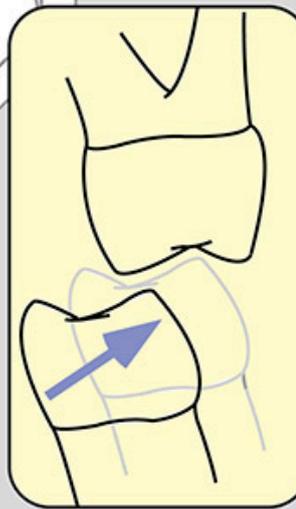
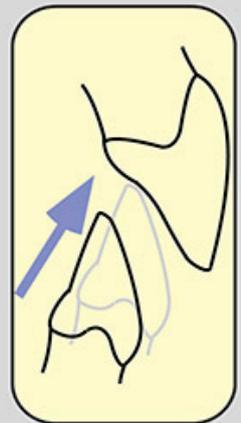
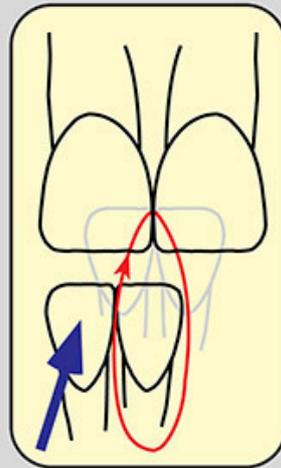
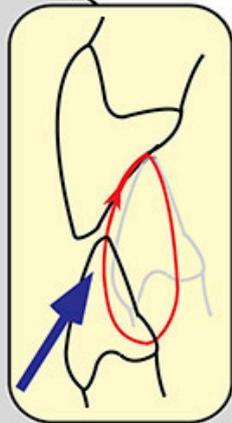
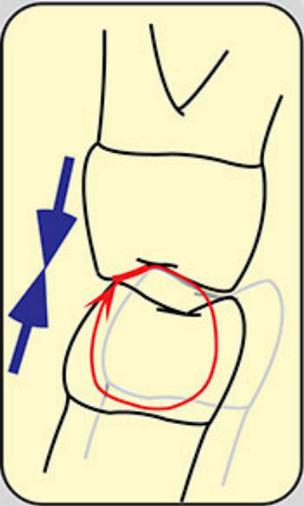


LA CANINE 60 ANS APRÈS D'AMICO MYTHE OU RÉALITÉ



Marcel G. Le Gall - Roger Joerger

LA CANINE 60 ANS APRÈS D'AMICO MYTHE OU RÉALITÉ

Marcel G. Le Gall - Roger Joerger

Faculté de Chirurgie Dentaire - Université de Strasbourg France

Cet ouvrage numérique est téléchargeable à partir du site de l'UNISTRA:

www.univoak.eu ou d'un navigateur internet

Première publication en ligne de l'édition Française le 1^{er} Novembre 2018

Publication en ligne de la présente édition le 5 Novembre 2018

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|--|-----------|
| AVANT-PROPOS | 2 |
| INTRODUCTION | 4 |
| THÉORIES OCCLUSALES (1880-1950) | 5 |
| A- prémices de l'étude de la déglutition..... | 5 |
| B- prémices de l'étude de la mastication | 6 |
| C- occlusion balancée et théorie des sphères | 8 |
| D- Relation Centrée et axe charnière | 9 |
| MODÈLE DE D'AMICO | 10 |
| A- D'Amico propose la fonction canine et un modèle carnivore-frugivore | 10 |
| B- Critique du modèle de d'Amico | 12 |
| MORPHOLOGIE ET FONCTION DES MAMMIFÈRES | 31 |
| A- Les carnivores..... | 32 |
| B- Les herbivores | 33 |
| C- Les rongeurs | 36 |
| D- Les omnivores et leur évolution..... | 40 |
| E- Analyse Générale des modèles de fonctionnement | 46 |
| L'HOMME ACTUEL: CARACTÉRISTIQUES | 48 |
| A- Relation Mandibulo-Maxillaire RMM | 48 |
| B- Morphologie et cinétique des dents et des ATM | 53 |
| C- Cycles masticatoires de l'homme | 62 |
| D- Muscles et forme d'un cycle de mastication..... | 64 |
| E. D'Amico et la mastication | 69 |
| F. Évolution générale du modèle | 73 |
| G. Protection canine: DAM et implants | 77 |
| SYNTHÈSE | 84 |
| CONCLUSION | 86 |
| LISTE DES ABRÉVIATIONS | 90 |
| BIBLIOGRAPHIE | 92 |

AVANT-PROPOS

La publication en ligne de cet ouvrage résulte d'une réflexion sur l'évolution progressive de nos connaissances et plus particulièrement celles concernant l'appareil manducateur humain. Ces évolutions sont pratiquement toujours le corollaire de sauts technologiques dus à la réflexion humaine, parfois aidée par le hasard.

Au XIX^{ème} siècle l'invention de l'anesthésie générale (attribuée à Wells 1846) et l'introduction de l'hygiène et de l'asepsie pendant l'ère Pastorienne, ont permis une diminution considérable du taux de mortalité d'origine dentaire. L'introduction des premières dents commerciales en porcelaine et la vulcanisation du caoutchouc ont permis la réalisation de prothèses adjointes totales réellement fonctionnelles, à partir d'empreintes et de modèles en plâtre montés sur les premiers articulateurs dit anatomiques (Bonwil 1885). C'est l'application à ces PAT du premier concept occlusal d'occlusion globalement équilibrée, qui a permis de les rendre fonctionnelles.

L'invention de la radiographie par Röntgen en 1895 et son introduction médicale et dentaire, au début du XX^{ème} siècle ont permis, un peu plus tard, l'introduction du concept de Relation Centrée sur les premières tomographies des ATM. La RC obtenue par manipulation est le concept fondateur de l'école Gnathologique (Mc Collum 1939). Cette position de référence était initialement associée à un réglage dynamique en occlusion balancée. Le principe de Protection Canine a été introduit par d'Amico en 1958 et adopté par l'école Gnathologique en remplacement de l'occlusion balancée. Ces concepts ont été adoptés par la majorité de la profession dentaire pour leur simplicité apparente. Ils sont encore beaucoup utilisés et enseignés. Mais très peu de praticiens ont lu les travaux qui ont conduit à leur adoption. L'époque était mécaniste et les articulateurs considérés comme des reproducteurs fidèles des mouvements volontaires et fonctionnels de la mandibule. Les matériels d'enregistrement étaient inexistantes et la connaissance de la mastication très incomplète.

L'introduction de dispositifs d'enregistrement des mouvements mandibulaires volontaires et fonctionnels a permis une avancée considérable des connaissances en physiologie de l'occlusion. Le premier de ces matériels a été le Replicator[®], de Lundeen and Gibbs, en 1982, suivi de l'électrognathographie de Lewin en 1985 (Sirognatograph[®] de Siemens) et de plusieurs autres. They have led to numerous studies on functional kinematics, muscular recruitment during chewing, the role of proprioception in muscle regulation and the kinetics of masticatory cycles during food preparation.

Par ailleurs, l'introduction de l'implantologie, puis plus récemment des empreintes optiques, des articulateurs virtuels et, plus généralement, de la Conception et de la Fabrication Assistées par Ordinateur (CFAO), ont déjà et continuent de changer durablement tous les protocoles prothétiques.

Il paraît opportun de faire le point, sur les fondements de nos procédures occlusales habituelles et de leur évolution nécessaire.

Résumé

L'analyse des articles fondateurs du concept de protection canine, par Angelo d'Amico en 1958 et 1961, indique que de nouveaux travaux importants ont été publiés depuis cette époque. Ils concernent la physiologie de la mastication et la déglutition, le rôle de la proprioception, de la sélection sexuelle par la taille des canines et les possibilités et les limites de reproduction de la fonction par les articulateurs classiques. Ces avancées des connaissances, encore mal connues ou ignorées, entre 1958 et 1961, ne permettraient pas aujourd'hui, la publication d'une grande partie des travaux de d'Amico sur l'occlusion en protection canine. Bien que le principe de protection canine soit encore très utilisé en clinique, ces nouvelles données incitent tout de même à s'interroger sur la nécessité d'une approche actualisée des fonctions orales, qui soit plus physiologique. Ce qui permettrait de lever le discrédit qui s'est installé sur l'occlusion, suite aux déconvenues consécutives à l'application de concepts mécanistes complexes et très éloignés de la mastication et la déglutition, qui sont les fonctions naturelles de l'appareil manducateur.

Mots clés: Occlusion, Dent, Canine, Protection, D'Amico, Mastication, Fonction, Guidage, Cycle de Mastication, Déglutition, Langue, Muscle, Articulation, ATM.

Summary

The analysis of the founding articles of the concept of canine protection, by Angelo d'Amico in 1958 and 1961, indicates that important new works have been published since that time. They concern the physiology of chewing and swallowing, the proprioception, the role of sexual selection in the size of the canines and the possibilities and limits of the reproduction of function on classical articulators. These advances in knowledge, still poorly known or ignored, between 1958 and 1961, would not allow today the publication of much of D'Amico's work on Canine Protected Occlusion. Although this principle is still widely used clinically, these new data still encourage us to question the need for a new approach to oral functions, which is more physiological. This would remove the discredit that exists on the occlusion, following the disappointments resulting from the application of complex mechanistic concepts, and far removed from chewing and swallowing, which are the natural functions of the masticatory apparatus.

INTRODUCTION

Chapitre 1

De 1958 à 1961, Angelo d'Amico a publié une série d'articles proposant, pour l'homme, un modèle d'occlusion dynamique basé sur le concept d'occlusion en protection canine (OPC). C'est d'abord pour contrer le modèle d'occlusion balancée appliqué aux dents naturelles par Gysi (1910, 1915, 1921), que les observations de Jones (1947 p 256) reprises par d'Amico, ont abouti à l'introduction de la protection canine et ont montré que: *“la théorie acceptée, de l'occlusion balancée, est fausse et contraire aux facteurs physiques, biologiques et physiologiques impliqués dans le processus de mastication”*. (D'Amico 1958 N° 1 p8). A partir de cette théorie de l'occlusion balancée, des concepts prothétiques ont été développés: *“l'équilibre des contacts côté travaillant et côté balançant”*. *La question est donc: cette théorie s'applique-t-elle aux dents de l'homme, ou est-elle plus applicable aux dents des herbivores?* (D'Amico 1958 N° 1 p8).

Jones et d'Amico ont raison sur ce point: il est clair que les dents humaines ne fonctionnent pas en occlusion globalement équilibrée, sauf lorsque le modèle de fonctionnement naturel est détruit par usure.

Le principe de protection par la canine, lors des mouvements centrifuges, proposé par Jones et d'Amico est l'antithèse de l'occlusion balancée de Gysi. Il a été accepté par la grande majorité de la profession dentaire pour sa simplicité apparente de mise en œuvre. Bien que ne rendant pas compte de la mastication, il est toujours très utilisé pour régler l'occlusion dynamique, mais avec un risque très élevé de laisser des malocclusions sur les faces occlusales des dents postérieures et de provoquer des parafunctions d'élimination du verrouillage canin.

Soixante ans après les publications de D'Amico, en prenant en compte l'évolution des connaissances sur le fonctionnement de l'appareil manducateur (Lundeen et Gibbs 1982, Mongini 1986, Pröschel 1987, Lauret et Le Gall 1994, 1996, Le Gall et Lauret 2002, 2008, 2011etc), il paraît intéressant de faire le point, sur le niveau de validité actuelle des concepts de Jones et d'Amico, qui sont aujourd'hui contestés (Rinchuse et al 2007), et des modifications éventuelles qu'il faudrait leur apporter, pour les conserver. Et si ce n'était pas possible, par quels nouveaux concepts il faudrait les remplacer. Sachant que tout nouveau modèle, comparé au précédent, devrait obéir à un cahier des charges précis, dont les principales exigences seraient de contrôler et d'équilibrer la mastication et la déglutition physiologique afin d'améliorer l'efficacité fonctionnelle et la pérennité prothétique, avec une diminution importante des dysfonctionnements dento-articulaires, et une meilleure stimulation de l'os péri-implantaire (Le Gall et Le Gall 2016), tout en améliorant le confort du patient.

THÉORIES OCCLUSALES (1880-1950)

Chapitre 2

Dans les années 1950 les théories, sur les relations fonctionnelles des dents naturelles humaines étaient encore inspirées de concepts inventés à la fin du XIX^{ème} et dans la première moitié du XX^{ème} siècle. De ce point de vue, les articles de d'Amico ont marqué la profession dentaire pour longtemps, en introduisant le concept de protection canine qui était l'antithèse des concepts d'occlusion balancée généralement enseignés jusqu'alors.

A- PRÉMICES DE L'ÉTUDE DE LA DÉGLUTITION

Les occlusodontistes de l'époque, comme Ackermann (Figure 1), considéraient que *“La déglutition ramène la mandibule en occlusion centrée”*. Il propose un schéma montrant les vecteurs d'action de tous les muscles rétracteurs de la mandibule pendant la déglutition (Ackermann 1964 p1102 fig.52). Malheureusement la langue ne figure pas sur ce dessin, alors

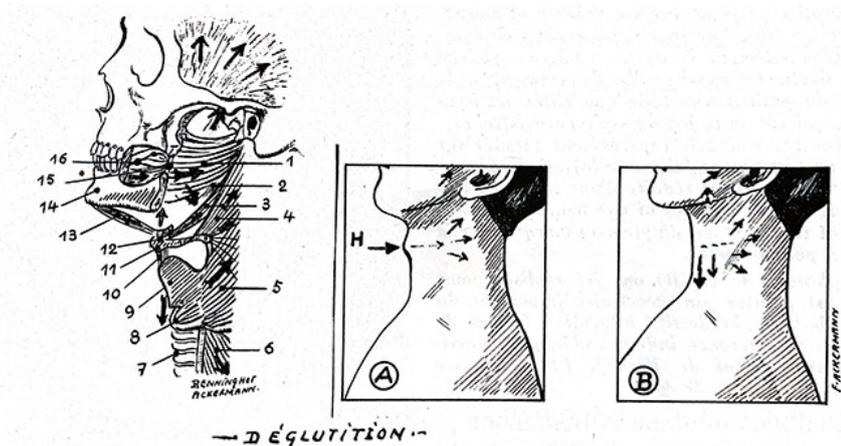


Figure 1: Le rôle des muscles pendant la déglutition selon un schéma d'Ackermann (1964). Les muscles constricteurs du pharynx figurent tous sur ce dessin, bien que leurs interactions complexes soient automatisées pendant la déglutition. La langue qui joue un rôle majeur dans les déplacements et le positionnement du bolus

pendant la mastication et lors de la déglutition n'y figure pas. Pourtant les déplacements de la mandibule sont asservis à ceux de la langue pendant la déglutition. Car en se plaçant en appui contre la partie médiane antérieure du palais, la pointe de la langue est déterminante de la posture optimale de la mandibule pendant la déglutition. La langue possède 17 muscles qui obéissent à une programmation centrale collective. Seule sa pointe peut se déplacer sous l'emprise de la volonté. La position de sa pointe, par les interactions entre ses muscles intrinsèques et les insertions basses de ses muscles extrinsèques (Les génio-glosses directement, les hyo-glosses et les stylo-glosses indirectement), est un déterminant majeur de la position de la mandibule pendant la déglutition, qui n'est pas située en relation centrée, comme l'écrit Ackermann.

que sa posture détermine celle de la mandibule pendant la déglutition (Romette 1976; Le Gall et Coll 2010; Le Gall 2013). (Fig 2).

Parallèlement et un peu plus tard certaines études (Ingervall,1964) et les données anatomiques (Sicher et Dubrul 1975) ont commencé à mettre en évidence que l'OIM n'est pas confondue avec la RC, mais située en avant (Posselt 1968). Ce qui sera confirmé plus tard par plusieurs autres travaux d'enregistrements axiographiques (Joerger 2005, 2012)

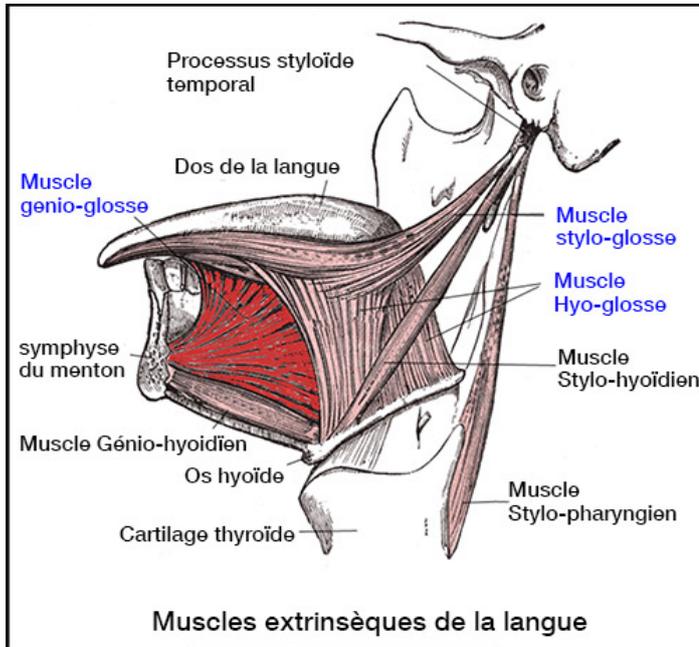


Figure 2: Muscles extrinsèques de la langue (source Wikipedia). Les insertions mandibulaires antérieures des génio-glosses, reliées à la base de la langue, donnent aux déplacements et à la posture de la pointe de la langue un rôle positionneur de la mandibule. Si la pointe de la langue est placée en appui antérieur et médian contre le palais, la mandibule se situe en légère anté-position, comme lors de la déglutition, car les génio-glosses sont décontractés. Si la pointe de la langue est reculée d'environ 1cm, la mandibule recule légèrement et si elle est retournée vers le voile du palais, la mandibule est tractée vers l'arrière (les génio-glosse et les autres rétracteurs sont contractés). Elle se trouve alors dans une des positions de RC. Le niveau de contraction du génio-glosse a une incidence directe sur la position de la mandibule.

B- PRÉMICES DE L'ÉTUDE DE LA MASTICATION

Plusieurs théories de la mastication ont été proposées. La première résulte d'un réflexe réciproque (Sherrington 1917; Riach 1934). Elle a été abandonnée au profit d'une commande centrale. Le premier film connu sur la mastication a été réalisé par Jones (1947). A ce jour, il n'a pas été possible de le retrouver. Les premières descriptions de la mastication, par Jones, partent de l'OIM et font état d'une fermeture de cycle légèrement oblique et d'une ouverture verticale. Il y a une confusion dans l'usage du mot fonctionnel qui est utilisé à tort pour les mouvements volontaires centrifuges par opposition à des mouvements fonctionnels comme la mastication centripète. Peu après les publications de d'Amico (1958-1961), Ackermann (1964, page1072) écrit: "Les cycles incisifs et masticateurs font appel à leur phase de retour, à des mouvements fonctionnels concentriques. Ce sont des mouvements totalement différents des mouvements de latéralité à vide d'ordre horizontal...La mastication est surtout d'ordre vertical ". Il décrit des cycles de formes variées (Figure 3), dont l'ouverture est verticale ou oblique avec une fermeture allant de oblique à verticale (Ackermann 1964 p. 1103). Il décrit même un modèle de fonctionnement, équilibrant les forces appliquées par un effet de pilon mortier vertical (Figure 4), sans prendre en compte la cinétique transversale des cycles de mastication (Figure 5) et

l'architecture radulaire sous-jacente (Ackermann 1964 p. 1123 Figure 71). Il décrit les coronoplasties proposées par P.K.Thomas pour supprimer les frottements exagérés lors des fermetures obliques (entrées dentaires de cycles de mastication) et pour rétablir le guidage dominant de la canine en latéralité.

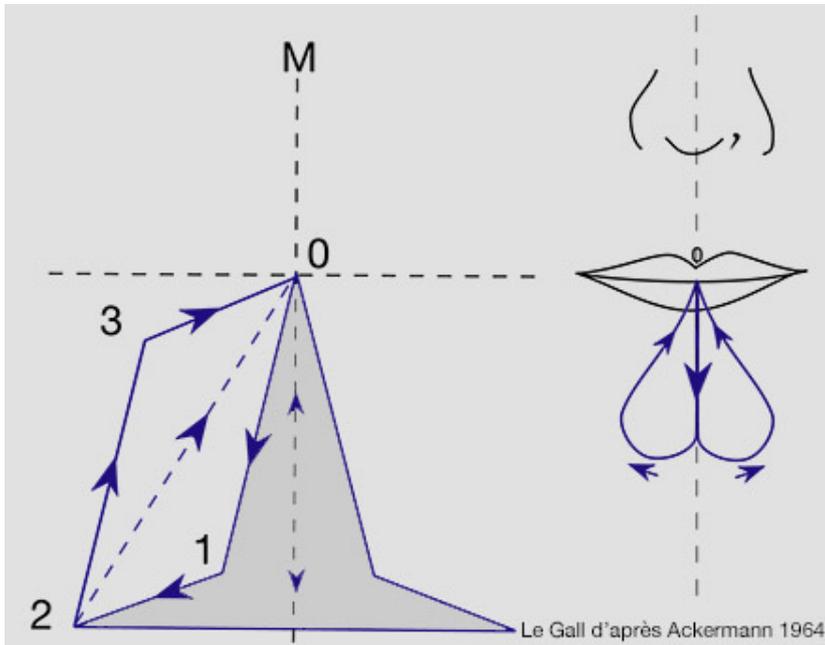


Fig 3 La mastication selon Ackermann 1964. Les cycles de mastication sont très variables. L'ouverture de 0 à 1 est d'abord verticale ou légèrement excentrique, suivie d'une légère diduction de 1 à 2 puis d'une fermeture centripète de 2 à 3 et d'un retour à l'occlusion "centrée" en rapport "travaillant" de 3 à 0. Selon la résistance de l'aliment les trajets peuvent se réduire à 3 phases essentielles et même à 2 (cisaillement vertical). L'entrée dentaire de cycle de 3 à 0 est

centripète de sens inverse de la latéroocclusion, avec contraction des muscles élévateurs et glissement sur les versants internes des cuspidés vestibulaires maxillaire. L'équilibration occlusale gnathologique (d'Amico, Thomas) vise à décharger ou à supprimer les frottements de 3 à 0. La sortie dentaire de cycle de 0 à 1 est inexistante.

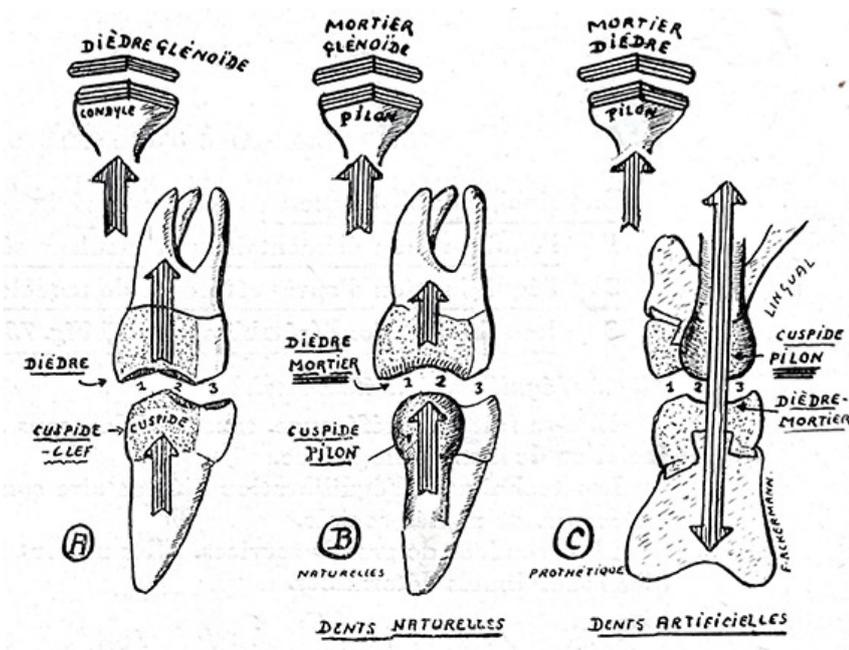


Fig 4 La distribution axiale des forces naturelles et prothétiques selon un schéma d'Ackermann (1964). La distribution des forces est assimilée à une relation verticale pilon-mortier.

La suppression abusive des guidages naturels de mastication, par des meulages occlusaux réalisés en latéralité excentrique réduit la mastication à un simple cisaillement par défaut ou insuffisance d'entrées sensorielles et à une canine en surguidage.

Il paraît utile de préciser qu'à cette époque, les dispositifs d'enregistrement de la mastication n'existaient pas, hormis bien sûr l'observation directe qui reste l'instrument immuable et l'éternel moteur de la connaissance scientifique.

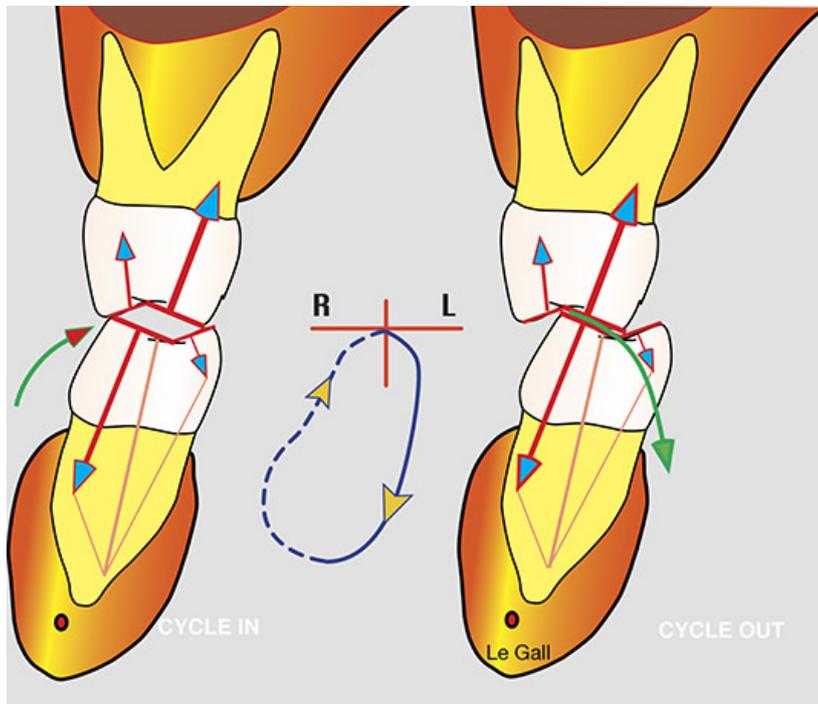


Fig 5: La distribution verticale des forces, selon Ackermann, ne correspond pas à la forme de cycle optimale décrite aujourd'hui avec une dynamique transversale entrée-sortie dentaire de cycle. Dans ces conditions, les forces transversales centripètes sont effectivement dissipées par l'architecture radiculaires des couples M1 en contact avec une surface portante osseuse adaptée (voir Fig.6) (Le Gall et col 1994)

C- OCCLUSION BALANCÉE ET THÉORIE DES SPHÈRES

Depuis la fin du XIX^{ème} siècle et le début du XX^{ème} siècle, le principe d'occlusion dynamique retenu en Prothèse Adjointe Totale (PAT) a été celui de l'occlusion globalement équilibrée, mal traduite en Français par "balancée" (Spee 1890, Christensen 1905, Gysi 1910). Les dents des deux secteurs latéraux devaient glisser en même temps les unes sur les autres lors des mouvements transversaux, alors que pendant les mouvements sagittaux, c'étaient les dents antérieures et postérieures qui devaient s'équilibrer. Lors de la fermeture et des mouvements dynamiques, les éventuelles erreurs occlusales étaient compensées par le léger déplacement des bases prothétiques posées sur des muqueuses souples, ce qui permettait de maintenir les contacts interdentaires des dents prothétiques. Ce même principe est encore utilisé aujourd'hui en PAT.

L'application aux dents naturelles fixes de ce concept d'occlusion globalement équilibrée lors des mouvements centrifuges, en clinique et sur articulateurs, a nécessité de nombreux meulages pour aplanir les faces occlusales. Car Les dents des deux secteurs latéraux et les antérieures devaient toutes glisser simultanément les unes sur les autres lors des mouvements

transversaux et antéro-postérieurs. La mise en oeuvre clinique était difficile, les mutilations très importantes et les résultats décevants et irréversibles.

1- Pour tenter d'améliorer l'équilibrage des patients dentés, Monson a proposé en 1932 un concept géométrique de fonctionnement de l'occlusion: la théorie de l'occlusion organisée autour d'une sphère de 8 pouces de diamètre, traduite en clinique par des principes proches de l'occlusion balancée, lors des mouvements de latéralité et de procluseion et finalement avec des mutilations dentaires similaires (D'Amico 1958 N°1 p8-9). Cette théorie encore défendue dans les années 1950 a été abandonnée depuis.

2- Plusieurs autres concepts d'occlusion balancée, adaptés de la sphère, ont été proposés d'abord par Villain, puis par Pankey-Mann et Schuyler (cités par Ackermann 1964 p1137) sans apporter d'amélioration significative car ils sont trop éloignés du modèle naturel, qu'au contraire ils ont contribué à détruire.

D- RELATION CENTRÉE ET AXE CHARNIÈRE

L'utilisation d'une Relation Centrée des condyles mandibulaires dans les fosses maxillaires (RC), obtenue par manipulation, avait déjà été introduite dans les années 1930 par Mc Collum (1939) et Stallard, d'abord pour situer la Relation Mandibulo-Maxillaire (RMM) des sujets édentés, puis celle des sujets dentés. C'est le concept fondateur de l'école Gnathologique qui marque le début d'une époque mécaniste avec la recherche de l'axe charnière articulaire, l'enregistrement des paramètres condyliens et faciaux et leur transfert précis sur des articulateurs, considérés alors comme des simulateurs parfaits de la statique et de la cinétique mandibulaire. Le summum de la conception et de la sophistication des articulateurs gnathologiques adaptables de l'époque est probablement le système d'articulateur présenté par Charles Stuart en 1965.

Les difficultés rencontrées lors des manipulations et des enregistrements, pour appliquer ce concept de RC aux sujets dentés (dont la position des dents est fixe) et sa mise en concordance précise avec l'occlusion d'intercuspidation maximale (OIM) du patient, ont généré de nombreux déboires cliniques, donnant lieu à des controverses qui ont abouti à plusieurs définitions suggérant des positions de Relation Centrée différentes, avec plus ou moins de jeu fonctionnel. Le concept de RC s'est donc progressivement ouvert à des concepts additionnels comme le "short centric", le "long centric", le "wide centric", le "freedom in centric" etc, reflète d'un malaise à la fois conceptuel et clinique. Lucia a introduit en 1964 la technique du "Jig" , ou butée antérieure, portée sous pression occlusale, pour obtenir un recul mandibulaire et trouver la RC en éliminant les erreurs de manipulation dues aux opérateurs multiples. Mais les résultats n'ont pas apporté les améliorations escomptées, car c'est le concept même de relation centrée postérieure qui pose problème. D'ailleurs, plus la définition de cette relation de référence l'éloigne d'une position postérieure forcée et plus elle se rapproche de la position de déglutition, plus antérieure, mieux elle est supportée par les patients.

Les controverses sont encore loin d'être éteintes aujourd'hui (Le Gall et al. 2010, Le Gall 2013).

MODÈLE DE D'AMICO

Chapitre 3

G. V. Black et les dents humaines omnivores

Dans l'introduction de son «Anatomie dentaire» dans laquelle il a classé les dents des mammifères en trois types: herbivores, carnivores et omnivores, Black (1890) a écrit “que les dents de l'homme étaient omnivores, conçues pour pouvoir mastiquer tous les types de nourritures”(cité par d'Amico N°1, 1958 P8)..

Cette affirmation marque un désaccord majeur avec d'Amico qui défend une autre théorie.

Car contrairement à ce qu'a écrit Black, d'Amico considère que “Les formes anatomiques de base ou fondamentales des dents ont été développées pour un régime insectivore, frugivore et carnivore, et elles sont tout à fait différentes de celles des herbivores”(N°1, 1958 p15). Plus loin, il se réfère à Yerkes et Ada (1945) qui, dans leur livre "Les grands singes", font des observations très intéressantes sur les habitudes alimentaires et l'alimentation des chimpanzés actuels, qu'il juge: “tout à fait pertinentes pour l'étude de la fonction des dents des anthropoïdes, cette fonction n'étant pas différente de celle de l'homme” (d'Amico N°1, 1958 p15-16).

Par ailleurs il rejette totalement le modèle d'occlusion balancée de la PAT, lorsqu'il est appliqué aux dents naturelles de l'homme.

A- D'AMICO PROPOSE LA FONCTION CANINE ET UN MODÈLE CARNIVORE-FRUGIVORE

Plus loin d'Amico déclare que “L'attrition des dents, observée chez l'homme primitif...a conduit de nombreux auteurs...à croire que les mouvements mandibulaires naturels de l'homme sont semblables aux mouvements observés chez les herbivores. L'homme ne s'est pas spécialisé autant que les herbivores, et la morphologie de ses dents reste fondamentalement la même que celle de Dryopithecus” (D'Amico N°2, 1958 p 50-51).

A plusieurs reprises, en s'appuyant sur l'opinion d'autres anthropologues comme:

-Théodore Mc Cown, de l'Université de Californie qui déclare “que leur fonction première est de mastiquer un régime carnivore frugivore” (D'Amico N°2 1958 P51).

-ou Hector Jones, un anthropologue de Toowamba (Queensland, Australie) qui, “en comparant les mouvements mandibulaires de translation de l'homme et des herbivores, admet également que de tels mouvements horizontaux observés chez l'homme ne sont pas normaux pour son espèce”...(Jones cité par D'Amico1958 N°2 P51), D'Amico déclare plus loin que l'homme “vivant dans des conditions primitives très dures et approximatives, subit une attrition occlusale rapide, les cuspidés étant complètement aplaties tôt dans la vie adulte. En d'autres termes, l'homme a eu tendance à adopter à cet égard le mode de mastication des ruminants

(herbivore), *sans posséder aucune forme de mécanisme compensatoire*". (D'Amico1958 N°2 P50-51, N°1 P8)

Il tente de prouver que l'homme n'est pas herbivore et *"qu'une occlusion "balancée" de la dentition naturelle n'existe pas et n'a jamais existé chez l'homme"*.(D'Amico1958 N°6 P199). Il a raison sur ce dernier point: l'occlusion balancée n'est pas le modèle naturel de l'homme possédant son intégrité dentaire, ni celui des herbivores (voir chapitre 4 p 32 et suivantes).

Mais il continue de déclarer:

"Toutes les preuves physiques examinées jusqu'ici décrivent clairement l'intention de la nature quant à la façon dont l'appareil masticatoire de l'homme devrait fonctionner". (D'Amico1958 N°6 P200).

C'est une conclusion définitive pour un raisonnement critiquable. Si la nature avait une intention, elle aurait des objectifs et une finalité (religieuse ou autre). Le hasard des mutations et la sélection naturelle des caractères les mieux adaptés, sont une tentative d'adaptation permanente aux conditions changeantes du milieu (Darwin 1859). L'évolution est contingente.

Considérer que ce modèle, qui fonctionne depuis plus de 32 Ma, est une erreur de la sélection naturelle, est pour le moins présomptueux.

"La morphologie des dents de l'homme est une modification des dents vues chez les autres primates, principalement destinée à la mastication d'un régime insectivore frugivore (ou carnivore). Tous les primates présentent des dents canines proéminentes modifiées en taille selon l'espèce. La relation de supraclusion et d'engrènement des canines supérieures est l'occlusion naturelle de ces dents et commune à tous les primates, y compris l'homme. Leur fonction principale pendant la mastication est de guider la mandibule en relation centrée dans une direction médiale-verticale, de manière à empêcher le contact des dents antagonistes (opposing teeth) restantes jusqu'à ce qu'elles se rencontrent en occlusion centrée" (d'Amico N°6 1958 p 200).

"Les canines ont toujours été constantes en nombre, en position et en alignement dans les arcades dentaires. Également en morphologie générale." (D'Amico1958 N°6 p 240). En fait, c'est la petite taille des canines qui permet leur intégration à l'arcade et leur participation à la mastication, comme chez l'homme, ou qui les repousse en dehors, pour permettre la mastication sur les dents postérieures, lorsqu'elles sont trop grandes.

"Les canines servent à guider la mandibule pendant les mouvements excentriques lorsque les dents opposées (antagonistes) entrent en contact fonctionnel".(D'Amico1958 N°6 p 240)
Ces deux affirmations sont contradictoires, car les mouvements volontaires excentriques guidés par la canine sont de sens inverse de la fonction réelle de mastication (Gibbs et al 1981, Pröschel 1987) avec des actions musculaires opposées.

Les canines supérieures, lorsqu'elles sont en contact fonctionnel avec les canines inférieures et les premières prémolaires, déterminent les mouvements latéraux et propulsifs de la mandibule". (D'Amico1958 N°6 p 240) Les mouvements excentriques latéraux et propulsifs sont des mouvements volontaires provoqués par le recrutement asymétrique ou symétrique de muscles abaisseurs et propulseurs. Ils sont généralement guidés par la canine en latéroclusion (Figure 59, 60) et par les incisives accompagnés ou non par les canines en proclusion (Figure

51). Ils sont de sens inverse de la fonction réelle centripète, qui obéit à un programme central, et résultent de l'action des muscles élévateurs.

Le modèle en protection canine décrit par d'Amico pour l'homme est très proche de celui des carnivores, mais ce n'est pas le modèle naturel de l'homme. A titre d'exemple, si l'on essaye de donner un chewing-gum à un carnivore, comme le chien, il est incapable de le mastiquer et finit par l'avaler à peine dilacéré, car il manque aux dents carnassières verticales du chien les tables d'écrasement des cuspides palatines maxillaires opposées à celles des molaires inférieures, qui sont présentes chez l'homme. Ces cuspides sont adaptées et indispensables à l'écrasement/broyage des fruits et des nourritures végétales fibreuses.

Elles complètent l'action de double cisaillement des cuspides vestibulaires maxillaires et des cuspides linguales mandibulaires, même pour la viande!

Si ces dernières ne peuvent pas entrer en contact précocement, bien avant l'arrivée en OIM, elle font perdre une très grande partie de l'efficacité fonctionnelle aux cycles de mastication, qui sont réduits à un cisaillement vertical, par défaut d'informations proprioceptives transmises par les guidages directs ou indirects des dents postérieures (Johnsen SE and Trulsson M. 2003a p1486).

Rappelons que les mouvements mandibulaires de la mastication sont conditionnés par deux facteurs (Yaeger, 1978; Guichet, 1977):

- le guidage dentaire direct et indirect
- la commande centrale qui met en harmonie le complexe musculaire et articulaire avec le guidage dentaire.

B- CRITIQUE DU MODÈLE DE D'AMICO

Dans ses articles de 1958 Angelo d'Amico a très largement défendu l'engrènement et le guidage dominant des canines pendant la procluse, l'incision, la latérocluse et la mastication. Cependant "*engrènement des canines*" est la traduction de "*interlocking canines*" et est associé à un engrènement et un blocage de l'occlusion au niveau des canines. C'est *aphysiologique* (Ackermann 1964 p 1067).

D'Amico reviendra sur cette donnée en 1961: "*Le terme d'engrènement, lorsqu'il est utilisé pour décrire le recouvrement vertical et horizontal des canines supérieures, sera mal interprété par de nombreux dentistes. Ils croient que verrouillage signifie contact total en occlusion centrée avec les dents opposées... Tel n'est pas le cas. La canine supérieure devrait avoir un débordement horizontal d'environ 1mm. pour permettre un léger mouvement excentrique latéral et protrusif lorsque les dents sont en occlusion centrée...le blocage entraîne la résorption de l'os cortical vestibulaire sur les canines supérieures et inférieures et la récession de la gencive autour de ces dents... Une occlusion serrée des incisives et des canines...induit souvent un bruxisme*" (d'Amico JPD 1961 p.914). **Un mm d'amplitude est un jeu fonctionnel important en occlusodontie. C'est l'antithèse de ce qu'il a défendu 3 ans plus tôt quand il affirme ensuite:** "*Un débordement horizontal vestibulaire des incisives et canines supérieures est souhaitable et extrêmement important*". C'est un constat d'échec du concept de Canine engrenée qui est le fondement de la protection canine de 1958.

C'est un ordre de grandeur arbitraire qui permet aux cycles masticatoires de se réaliser sans surguidage des canines. En fait, ce jeu fonctionnel existe entre toutes les dents du côté mastiquant au moment du passage des cycles par l'OIM. Il est facile à observer au début de la sortie de cycle, en visionnant une vidéo de mastication, image par image (Figure 55b). Ce jeu fonctionnel est personnalisé et propre à chaque patient. Aujourd'hui encore, c'est l'équilibration en bouche de la mastication qui permet de le régler avec précision, ce qui est impossible dans le concept de d'Amico, c'est pourquoi il lui a attribué une valeur arbitraire d'environ 1mm, trop importante pour certains patients mais insuffisante pour d'autres.

1. Guidage articulaire ou guidage dentaire?

“Beaucoup d'auteurs sur les mouvements mandibulaires ont pris la relation temporo-mandibulaire et le trajet condylien comme un mouvement fixe qui peut être enregistré et reproduit sur un articulateur”.(D'Amico N°1 1958 p9).

“Le mouvement temporo-mandibulaire est un glissement-charnière, principalement glissant. Les preuves confirment le concept que l'articulation temporo-mandibulaire a un centre de rotation constant pendant l'ouverture verticale et la fermeture de la mandibule”.(D'Amico N°6 1958 p 240).

“De même, en ce qui concerne le mouvement charnière, la résolution de la fermeture en bout à bout soutient la théorie selon laquelle il y a un centre de rotation fixe ou «axe charnière» dans la fermeture verticale de la mandibule.” (D'Amico N°6 1958 p 200).

Il s'agit de l'ouverture et de la fermeture volontaire, dans le plan sagittal et à vide. Lors de la phase dentaire des cycles de mastication, le rapprochement progressif des molaires, jusqu'au contact à travers le bolus, et leurs déplacements obliques et transversaux, ne s'accordent pas avec cette définition d'un axe charnière fixe et stable, facile à reproduire sur les articulateurs.

La cinétique articulaire est asservie au guidage dentaire, ce n'est pas une simple charnière mécanique. Les surfaces articulaires sont incapables de supporter des contraintes, la régulation de leurs rapports est assurée par le recrutement de muscles insérés sur la capsule, sous le contrôle du complexe afférences/efférences qui empêche toute pression de s'appliquer sur elles, en fonction de la texture du bolus. Il y a donc des adaptations permanentes du recrutement musculaire et des positions relatives du disque et des surfaces articulaires, au sein de cette enveloppe limite de guidage dento-articulaire, qui doit être coordonnée pour bien fonctionner, mais que les articulateurs mécaniques ne peuvent pas reproduire.

“La position des condyles dans la fosse glénoïde est le résultat du contact dentaire et non le guide. (D'Amico 1958 N°6 p 240). Chez l'enfant, c'est l'enveloppe de guidage dentaire qui finalise la forme de l'ATM. Mais chez l'adulte si les conditions occlusales sont dégradées, l'objectif prioritaire est de rétablir la coordination des contacts et guidages dentaires avec l'enveloppe limite de la cinétique articulaire. Si ce n'est pas fait, le complexe dents-articulation se mettra en protection et ne pourra pas décrire son enveloppe limite et sa cinétique optimale.

2. Cinématique et compatibilité du guidage canin avec les cycles de mastication

Chez l'homme et les simiens, la canine guide la latéralité excentrique, alors que ce sont les molaires qui guident la mastication centripète (avec tout le complexe dents-afférences-efférences-muscles-articulations, qui est inactivé en cas de déficience d'un seul de ses déterminants). Chez l'homme et les anthropoïdes les versants d'écrasement de sortie de cycles de mastication sont beaucoup utilisés, car ils ont une très bonne efficacité fonctionnelle. Pour autant que leur anatomie occlusale ait conservé son intégrité et ses caractéristiques fonctionnelles optimales.

Mais en présence d'un régime alimentaire incluant des abrasifs d'origine interne et/ou externe, (Figure 6, 7), leur usure est rapide et la perte de leur efficacité suit.

D'Amico en a conclu que *“La morphologie des dents de l'homme est une modification des dents vues chez les autres primates, principalement destinée à la mastication d'un régime insectivore frugivore (ou carnivore).”* (D'Amico N°6 1958 p200). Cette affirmation est fondée sur le constat d'une usure occlusale rapide et non sur des critères d'efficacité fonctionnelle en relation avec la morphologie naturelle initiale des dents.

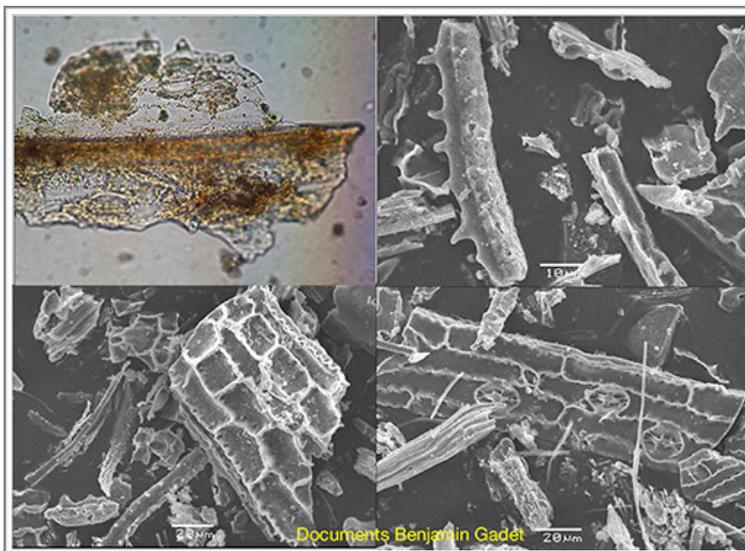


Figure 6: Abrasifs internes: les Phytolithes. Les nourritures herbacées sont fibreuses et abrasives car elles contiennent des phytolithes (silice végétale) ou “pierre des plantes”.

- Soit de la silice (sous forme d'opale SiO_2 ou d'opale A ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)).
- Soit des cristaux d'oxalate de calcium (CaC_2O_4). L'abrasivité des phytolithes associé à l'absence de cuisson est en partie responsable de l'usure rapide des faces occlusales.



Figure 7: Abrasifs externes: exemple de meule en pierre d'époque romaine (Carrière marine du Cap d'Ail (France), susceptible, par sa composition hétérogène, de relarguer des particules de silice très abrasives. Les aliments mal nettoyés conservent à leur surface des résidus abrasifs provenant du sol, ou peuvent contenir de la silice abrasive provenant des meules de pierres de qualité médiocre qui servaient à réduire les céréales en farine, avant l'introduction du broyage industriel, à l'aide de dispositifs métalliques. Les abrasifs externes et internes sont les deux grands responsables de l'attrition, à laquelle il faut ajouter la biocorrosion.

3. Anatomie occlusale et canines

L'anatomie occlusale des dents postérieures des sujets jeunes n'est pratiquement pas décrite, hormis les descriptions statiques de la configuration Y5 par Gregory et Hellman (1939). Leurs observations ne seront pas prises en compte ensuite, tout comme le rôle de guidage des molaires et de leurs rapports d'occlusion qui n'est pas du tout abordé.

La grande majorité des descriptions de Jones et D'Amico portent sur la taille plus ou moins importante des canines et sur leurs rapports d'occlusion engrenés, en cherchant les chaînons manquants d'une évolution dégressive de leur taille: "La littérature d'anthropologie indique l'importance attachée à la découverte possible d'une forme ancestrale, dans laquelle les canines différeraient des canines humaines, et se rapprocheraient des conditions observées chez les singes anthropoïdes à canines engrenés....ce trait caractérise la dentition du type primitif ancestral de l'homme précoce...beaucoup d'anthropologues ont appris à rechercher un ancêtre humain éloigné présentant des canines relativement plus grandes qu'actuellement, avec un diastème au maxillaire".(d'Amico 1958 N°2 P.52, citant Jones). Les observations de d'Amico cherchent, en complément, à valider le rôle de guidage de la canine. **Mais il y a une omission majeure dans ce raisonnement: c'est le dimorphisme variable de la taille des canines entre mâles et femelles, dont la dimension est en fait corrélée à des paramètres de sélection sexuelle** (Tomes 1882) (Figure: 8a, 8b, 9).



Figure 8: a,b La canine du gorille mâle est nettement plus longue que celle de la femelle. Si la taille et la position de la canine avait une incidence sur la forme des cycles masticatoires, les formes de cycles des mâles et des femelles seraient différents. Ce qui n'est pas le cas.

Bien que les critères sélection du mâle reproducteur ne se limitent pas au dimorphisme des dents, comme l'a très largement décrit Darwin dans un ouvrage de 1871 consacré à la "La filiation de l'homme et la sélection liée au sexe", nous nous limiterons à la sélection sexuelle dentaire chez les anthropoïdes et la lignée des hominidés, plus complètement décrite par Tomes, qui écrivait déjà en 1882:

"Les mâles de nombreux singes frugivores ont des canines beaucoup plus grandes que celles des femelles; elles ont percé tardivement, en coïncidence avec l'atteinte de la maturité

sexuelle, et servent d'armes à leurs possesseurs lors des combats avec les autres mâles".
(Tomes 1882 p 273), puis:

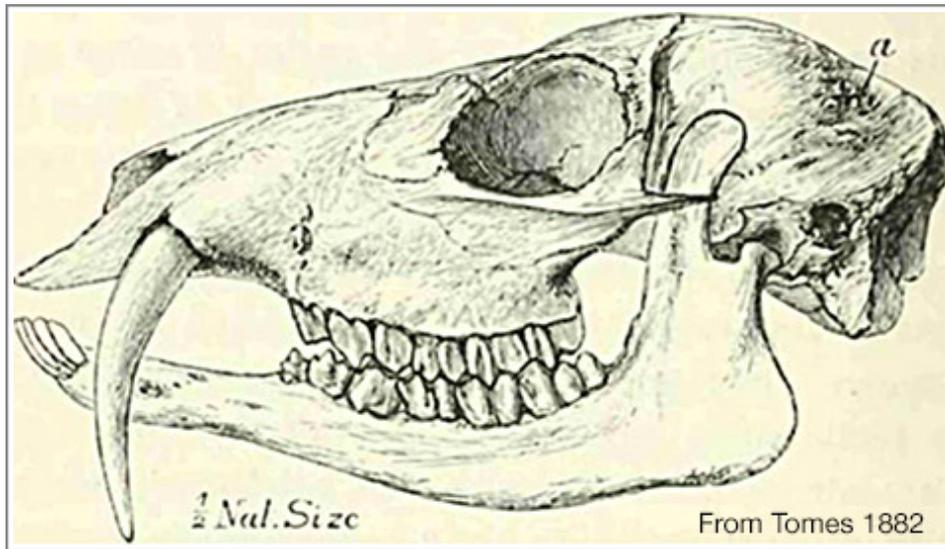


Figure 9: Canine maxillaire de très grande taille chez le cerf musqué mâle, dépourvu de bois. La femelle n'a pas de canines (Figure de Tomes 1882).

"Il est évident que les mâles munis d'armes plus puissantes que leurs semblables auront plus de chances d'être victorieux dans leurs batailles, pour chasser les autres mâles, et monopoliser le troupeau des femelles, et favoriser ainsi, à nouveau, leur capacité à transmettre leurs propres particularités à leur progéniture".(Tomes 1882 p 274)

" il serait imprudent d'oser affirmer que nous avons reconnu tous les intervenants qui participent à la modélisation des formes animales et végétales; mais il est certain qu'à l'heure actuelle, nous connaissons:

- la «sélection naturelle» ou «la survie du plus apte», un intervenant par lequel les variations bénéfiques pour leurs possesseurs seront préservées et intensifiées dans les générations successives (Darwin 1859);
- la «sélection sexuelle», qui opère principalement en permettant aux possesseurs de certains caractères de propager leur race, tandis que d'autres moins favorisés n'en ont pas l'occasion" (Darwin 1871; Tomes 1882 p 277).

Après avoir cité de nombreux exemples pertinents chez divers mammifères, il écrit:

"Dans certains groupes, aucune dent n'a été agrandie avec une forme pointue, pour servir de canine; chez d'autres c'est la mauvaise dent, c'est-à-dire pas la même dent que chez les carnivores ou que chez les autres insectivores. Par conséquent, chez les Insectivores, l'allongement d'une dent caniniforme est une simple modification adaptative, qui peut affecter une incisive, ou une prémolaire, ou aucune dent du tout". (Tomes 1882 p 285). (Figures 10, 11). Une explication complète à ces observations judicieuses ne sera donnée que beaucoup plus tard:

Dans la lignée évolutive de l'homme, entre autres, plus la compétition sexuelle est intense, plus le dimorphisme des canines entre mâles et femelles est important (Brunet M et Picq P. La grande expansion des Australopithèques p. 256; in "Aux Origines de l'humanité" Coppens Y. et Picq P. Directeurs scientifiques, Fayard ed 2001 Vol 1 ; Van Hoof P. Vivre en groupe p 220, 221; in: "Le propre de l'homme" Picq P et Coppens Y. Directeurs scientifiques, Fayard ed 2002 Vol 2). Mais les degrés de compétition sont variables. Dans les espèces où un mâle est associé à plusieurs femelles, comme les gorilles et les papio-hamadrias (babouins), la compétition sexuelle est permanente et forte, les mâles sont puissants, ils pèsent généralement plus de deux fois le poids des femelles et possèdent de très grandes canines dissuasives. Elles ne sont pas des critères directs de séduction, mais elles servent dans les affrontements avec les autres mâles. A l'opposé, dans les espèces monogames, comme les gibbons, ou polyandres, comme les tamarins, la compétition est très faible. Les mâles et les femelles ont la même taille et leurs canines ont un volume similaire. Entre ces extrêmes, il existe des niveaux de compétition intermédiaires, dans des espèces où mâles et femelles multiples coexistent. Dans ce cas, le niveau de tolérance et le dimorphisme sont inversement proportionnels. Par exemple chez les babouins la tolérance est réduite et la compétition importante d'où un dimorphisme très marqué (Figures 10,11), alors que chez d'autres espèces, comme les chimpanzés (pan troglodytes) et les bonobos (pan paniscus), le niveau de tolérance est élevé avec un dimorphisme du corps et des canines bien moins important.



Figures 10, 11: Vue en perspective d'un babouin mâle. Le dimorphisme très important de la taille de la canine, ne s'est pas installé au détriment de la mastication. Il existe un diastème mésial très important entre la canine et l'incisive latérale maxillaire. Ce qui permet le positionnement de la canine mandibulaire. Pour libérer la fonction, la P1 mandibulaire est disto-versée. Le contact occlusal avec la canine maxillaire, est situé sur la racine dénudée de P1 mandibulaire. La manipulation permet de simuler la mastication centripète, sans aucune difficulté, en suivant les guidages occlusaux résiduels des dents postérieures.

Ces données sont totalement ignorées dans les réflexions et explications de d'Amico sur la taille et le rôle de la canine. Toutes les descriptions tendent à en faire la clé majeure du guidage

occlusal, alors qu'elle apparaît tardivement (environ 12 ans chez l'homme, après la 3ème molaire chez les autres simiens), lorsque le schéma occlusal de l'homme adulte est déjà installé sur les couples des premières molaires, à partir de 6 ans. Dans ces conditions, la canine s'est progressivement intégrée au schéma de mastication préexistant sans le modifier, au fur et à mesure de son éruption et de sa croissance radulaire. Si la taille de la canine avait eu une quelconque incidence sur la forme des cycles masticatoires, la forme des cycles des mâles et des femelles seraient différentes et fonction de l'importance du dimorphisme, ce qui n'est pas le cas.

Pourtant l'ouvrage de Georges Tomes: "A Manual of Dental Anatomy" (1923), fait partie de la bibliographie de Jones et plus tard de celle de d'Amico.

Jones écrit à ce sujet dans son article de 1947:

"Tournant notre attention vers les grands singes, et les autres familles de primates, nous voyons des canines engrenées de taille et de forme variées. Chez les mâles, elles sont plus grandes que chez les femelles." (Jones 1947 p 251, cite Tomes ed.1923 Page 463) (Figure 8, 9, 10,11).

Ensuite, Jones cite des remarques incomplètes de Tomes, tirées de l'édition de 1923. Nous rapportons les citations complètes du travail de Tomes, telles qu'elles ont été publiées dans la première édition de 1882:

"Mais le cas le plus frappant, de dents modifiées, pour servir d'armes lors de combats sexuels, est fourni par certains membres du groupe des ruminants, parmi lesquels, comme Cuvier l'a fait remarquer il y a longtemps (1825, 1824-1842) ceux qui sont armés de cornes n'ont pas de canines. et réciproquement, une généralisation qui, quoique soumise à de légères exceptions, reste dans l'ensemble vraie".

"Le cerf musqué mâle (Moschus moschiferus) a des canines d'une longueur démesurée, alors qu'il n'a aucune corne (Figure 9) et que sa femelle n'a pas de canines. Le mâle muntjac (cerf aboyeur), qui a des cornes très courtes, a des canines, mais de beaucoup plus petite taille que celles du cerf musqué". (Tomes C.1882 p 273).

Il est étonnant que Jones puis d'Amico se soient arrêtés à des extraits limités, alors que les citations de Tomes rapportées plus haut montrent clairement et sans ambiguïté, qu'il considérait la sélection sexuelle comme un déterminant clé de la taille de la canine ou des cornes. Il est possible que Jones comme d'Amico n'aient pas adhéré aux affirmations de Tomes, peut-être hypothétiques à l'époque, ce qui apparaît aujourd'hui comme une erreur.

Jones avait beaucoup d'éléments pour comprendre le dimorphisme et la composante sexuelle dans les évolutions diverses de la taille de la canine:

- cependant, en étudiant les modifications de la taille des canines lactéales, il s'est orienté dans une direction incompatible avec cette hypothèse qui deviendra pourtant incontournable plus tard (Coppens Y et Picq P: 2000; Picq P et Coppens Y: 2000, Picq 2010):
- mais il décrit correctement la cinétique et les contacts cisailants de l'entrée de cycle humaine, mais pas la deuxième partie du cycle,
- puis il réalise un film comparant un singe rhésus mastiquant son repas à un homme Européen simulant la mastication (Il est regrettable que les moulages et les rapports

d'occlusion des deux spécimens soient inconnus). Jones constate que les cycles de mastication du singe rhésus sont verticaux alors que ceux de l'homme sont beaucoup plus horizontaux. Jones n'hésite pas alors à affirmer p 257 (Jones 1947): *"La comparaison des spécimens anatomiques prouvera que les singes et les singes anthropoïdes sont très différents de l'homme dans les mouvements de la machinerie masticatoire et la différence peut être attribuées aux canines. Celle-ci empêchent pratiquement le mouvement latéral de la mandibule.* (une comparaison entre seulement 2 spécimens n'est pas pertinente, compte tenu de la variabilité des formes de cycles en fonction des rapports d'occlusion, qui étaient encore inconnues). *Ces données n'ont jamais pu être confirmées car le modèle de fonctionnement de l'homme et des anthropoïdes est similaire depuis plus de 32Ma.* (Le Gall et Lauret 2007, 2011, Picq 2007, 2010). (<https://youtu.be/IOLxgQ2uYC8>)

- Et ensuite p 258 (Jones 1947): *"Si l'on compare la dentition des grands singes et des singes avec la dentition de l'aborigène australien, on ne peut qu'être impressionné par le fait que les dents humaines sont complètement usées et présentent une surface plane."* p 259: *"...Puisque la forme des cuspidés qui existe à l'éruption des dents, a tendance à persister beaucoup plus longtemps, sous l'attrition, nous devrions être en droit de supposer que le mode de mastication et les mouvements mandibulaires de l'anthropoïde sont plus primitifs (ce n'est pas ce que l'on observe sur les spécimens contemporains, des Figures de 34 à 44, dont la longévité est bien moindre que celle de l'homme actuel). Parmi les primates, seul l'homme a appris à incorporer la contrainte (transversale) de cisaillement dans son appareil masticatoire". "Le résultat est que dans l'état primitif, vivant dans des conditions très dures approximatives, il subit une attrition occlusale rapide, les cuspidés étant complètement aplaties tôt dans la vie adulte...l'homme a eu tendance à adopter à cet égard le mode de mastication des ruminants, sans posséder aucune forme de mécanisme compensatoire".* Il considère cette usure comme étant anormale pour l'homme, comparée à celle des autres simiens et croit constater chez les anthropoïdes, que ce sont les canines qui limitent l'amplitude des cycles et qu'elles sont susceptibles de faire de même chez l'homme.

- et enfin il établit dans une comparaison incertaine avec les dents lactéales, pour chercher des caractères primitifs et des chaînons manquants de taille intermédiaire, pour valider son hypothèse sur la canine.

Jones a publié en 1947 son travail non finalisé, où il a décrit les principes d'un modèle de fonctionnement incomplet. Ce travail basé sur le guidage de la canine a ensuite été repris par d'Amico, mais toujours en éludant le travail de Tomes sur le dimorphisme et le rôle de guidage des dents postérieures, qui se rapprochent jusqu'au contact, pendant la mastication (Figures 13 à 16, 59, 60). De même la maîtrise du feu, l'évolution du répertoire alimentaire, de son niveau d'abrasivité (Figure 6, 7) et la composante psycho-sociale de la nutrition de l'homme n'ont pas été abordées. Si aujourd'hui l'usure des tables occlusales d'écrasement a beaucoup ralenti, l'espérance de vie humaine a considérablement augmenté. De plus, il est possible aujourd'hui de reconstruire facilement les volumes perdus et de rétablir l'efficacité fonctionnelle optimale de la mastication

(Fig. 74, *vidéo Youtube:* <https://youtu.be/IOLxgQ2uYC8>).

Mais ni Gregory et Hellman, ni Jones, ni D'Amico n'avaient une connaissance complète de l'anatomie fonctionnelle et de la cinétique de mastication d'un jeune adulte. D'Amico a donc repris les données incomplètes de Jones sur la canine, en ignorant le rôle de l'anatomie occlusale des dents postérieures, qui guidaient déjà seules la mastication, plusieurs années avant que les canines n'apparaissent sur l'arcade. Avec l'assentiment de beaucoup d'autres paléo-anthropologues de l'époque, il n'a finalement sélectionné, que des bouches abrasées, où le modèle de fonctionnement originel était déjà détruit par usure. Il en a tiré des conclusions erronées sur le rôle de guidage, de la mastication, par la canine.

A défaut de pouvoir faire des observations cliniques complètes in vivo sur les modèles animaux, l'analyse du fonctionnement dynamique de ces derniers a été faite, comme pour l'homme, sur des articulateurs, alors considérés comme des simulateurs fiables des mouvements fonctionnels. Nous savons aujourd'hui que c'est inexact (voir 5. articulateurs), mais à l'époque ce fait a probablement installé un grand flou dans la pensée de d'Amico, directement inspirée par celle de Jones.

D'une part il développe largement la désocclusion postérieure en latéralité par la canine et d'autre part il aborde de façon très incomplète les contacts et guidages fonctionnels entre les dents postérieures, tout en maintenant pendant la mastication la notion d'axe charnière et la prééminence du guidage canin jusqu'à l'occlusion maximale, pendant le mouvement latéro-médial de mastication, comme sur les articulateurs. En fait, compte tenu du recrutement et de la situation des muscles élévateurs, le rapprochement des dents postérieures pendant les cycles de mastication, qui se produit en bouche, n'est pas compatible, avec le concept même de l'axe charnière unique des articulateurs, qui ne permet pas ce rapprochement (D'Amico N°5,6 1958).

En effet il écrit à la fin de l'article N°5 1958 p 182:

"...La longueur des racines des canines et leur position engrenée ont certainement pour but de limiter les excursions latérales de la mandibule. Cette relation rétablit le mouvement charnière souhaitable de la mandibule lorsque les dents opposées entrent en contact fonctionnel, et l'action normale de cisaillement et de coupe des cuspides des prémolaires et des molaires qui est typique des espèces frugivores-carnivores. Il n'y a aucun doute dans mon esprit que les auteurs précédents sur l'occlusion normale ont été guidés dans leurs théories par ce qu'ils ont vu dans les spécimens primitifs. A la suite de cela, nous avons essayé de reproduire chez l'homme une relation fonctionnelle anormale des dents antagonistes (opposing teeth), relation typique de l'herbivore ou du ruminant par rapport à la relation et à la fonction normales du primate carnivore frugivore. Cette théorie (de l'occlusion balancée) semble être contraire à toutes les preuves physiques disponibles et soumises par l'auteur concernant l'origine et l'évolution de la dentition naturelle de l'homme". D'Amico défend alors une position verrouillante des canines qu'il abandonnera en 1961, mais il a raison de critiquer le concept d'occlusion balancée et ses techniques très mutilantes d'équilibrage par meulages. D'autre part, il ne fait pas de différence entre le mouvement de latéroclusion avec désocclusion des dents postérieures et le mouvement centripète de mastication sous pression des muscles élévateurs. Du côté mastiquant, les faces occlusales postérieures se rapprochent alors jusqu'au contact

dynamique équilibré, dans une enveloppe limite de guidage imposée par l'anatomie occlusale des molaires.

Chez les indiens Maidu actuels, d'Amico considère également que les canines mettent systématiquement les dents postérieures en désocclusion lors de tous les mouvements de diduction.

Il tente toujours de démontrer que l'occlusion balancée n'est pas le modèle humain, sans comprendre que le modèle occlusal de l'homme est bien plus complexe que le modèle simpliste qu'il propose, avec les canines en surguidage et un axe charnière articulaire, qui privent les dents postérieures d'entrées sensorielles, pourtant déterminantes, de la puissance, de la forme et de l'efficacité optimale des cycles de mastication .

Quelques autres citations extraites des articles de D'Amico concernant la canine sont rapportées ci-dessous:

“Le fort développement des canines chez l'adulte semble indiquer une propension carnivore, mais ils ne le manifestent, en aucun cas sauf pendant la domestication”. (D'Amico 1958 N°1 p 16). Il y a une erreur sur le rôle fonctionnel de la canine et sur la capacité omnivore, qui s'adapte au régime alimentaire disponible.

Ou lors d'un chapitre consacré aux singes en captivité:

“...Tout d'abord, ils rejettent la chair, mais ils acquièrent facilement une prédilection pour elle. Les canines sont développées très tôt et évidemment conçues pour tenir le rôle important d'armes de défense. Lorsqu'ils sont en contact avec l'homme, la quasi première réaction de l'animal est de mordre”. (D'Amico 1958 N°1 p 16: Ce paragraphe est cité par Yerkes provenant de Savage et Wyman).

C'est inexact, la date d'éruption des canines est tardive. Chez les simiens elle est simultanée à celle des 3èmes molaires et chez l'homme c'est vers 12 ans.

“Normalement, dans la denture temporaire et la suivante, les canines supérieures sont les dernières à faire éruption” (D'Amico fixed partial dentures 1961 p 901)

C'est exact, mais le contraire de ce qui est affirmé plus haut sur l'éruption des canines. (d'Amico 1958 N°1 p 16 citant Yerkes).

D'Amico écrit aussi (N°4 1958 p.127):

“La plupart (des auteurs) semblent convenir que les canines chez l'homme semblent être des accidents d'évolution”.

Un accident d'évolution inadapté au milieu finit toujours par être éliminé. La diminution de la taille de la canine humaine est liée à la perte de sa sélection sexuelle, il y a environ 2 Ma (Picq 2010). Ce qui n'a rien de commun avec un accident d'évolution.

4. Rôle et importance des mécano-récepteurs

Il est admis aujourd'hui que lors de la mastication, le contrôle central supplante les phénomènes réflexes (Lund 1983; Campbell 1985; Taylor 1983) et que ce sont les informations sensibles périphériques, dont principalement celles émanant des mécanorécepteurs desmodontaux

(Anderson et al.1970; Mei et al. 1975), qui permettent l'adaptation instantanée de la cinématique aux événements sensoriels rencontrés au cours de la mastication (Steiner et al 1974; Gibbs 1981; Nakamura et al. 1989). Le centre de la mastication est un centre générateur et détenteur d'engrammes, responsable du rythme et de la durée des mouvements fonctionnels. (Delow et Lund 1971; Sessle 1976).

D'Amico écrit que: “Les canines ont également une fonction unique. Ce sont des organes extrêmement sensibles...elles transmettent plus que toutes les autres dents les impulsions proprioceptives parodontales désirables aux muscles de la mastication, réduisant la tension musculaire et réduisant ainsi la force appliquée” (D'Amico1958 N°6 p 240). **C'est incomplet, et en grande partie inexact** car “Les afférences parodontales humaines signalent des informations détaillées sur les changements spatiaux des charges dentaires et contribuent au contrôle spatial de la mastication...” (Johnsen et Trulsson 2003a, Trulsson et Johansson 1996b, Türker 2002)... “Les propriétés du champ récepteur des afférences parodontales humaines sont similaires sur les dents antérieures et postérieures”. (Johnsen et Trulsson 2003a)

Il n'y a donc aucune primauté de la canine.

De plus“Une étude récente de notre laboratoire a démontré que les propriétés du champ récepteur des afférences parodontales alimentant les dents antérieures et postérieures diffèrent par leur capacité à signaler les forces horizontales et verticales” (Johnsen and Trulsson, 2005 p1889). “Pendant la mastication, lorsque les particules de nourriture sont broyées en plus petits morceaux, de fortes forces axiales et particulièrement horizontales, sont exercées sur les prémolaires et les molaires. Les récepteurs parodontaux des prémolaires et des molaires sont bien adaptés pour coder en détail les changements temporels et spatiaux de ces charges dentaires.” (Johnsen SE and Trulsson M. 2003a p1486)

A partir de 6 ans les afférences parodontales des couples premières molaires sont les seules à remplir complètement ce rôle. Les incisives et canines le rempliront également, pour l'incision plus verticale et l'accompagnement de la mastication, mais plus tard (Mei et al .1975, Johnsen and Trulsson, 2005). Si les canines sont en surguidage pendant l'entrée et la sortie de cycle de mastication, il n'y a pas de contact, entre les dents postérieures, Il y a perte des informations proprioceptives (directe et indirectes) et désorganisation de la cinétique de mastication. En effet:

“L'absence d'entrée sensorielle entraîne une réduction de la force masticatrice et un contrôle spatial déformé des mouvements de la mâchoire pendant la mastication” (Inoue et al., 1989, Lavigne et al., 1987, cités par Johnsen SE and Trulsson M. 2003a p1486). En d'autres termes, la mauvaise coordination des faces occlusales postérieures mastiquantes modifie, réduit ou supprime les entrées sensorielles sous-jacentes, ce qui entraîne une diminution des forces masticatrices et une réduction de l'amplitude et/ou un changement de la forme des cycles masticatoires. Il en résulte une réduction importante de leur efficacité fonctionnelle.

Depuis plus de 25 ans, en clinique (preuves cliniques à l'appui: photos, vidéos), nous observons régulièrement des cycles dont l'enveloppe est déformée et parfois réduite à un simple cisaillement vertical. Mais cette situation est réversible, car lorsque l'équilibre

fonctionnel des faces occlusales est restauré (par addition) et que les entrées sensorielles sont rétablies et équilibrées, les cycles retrouvent instantanément leur cinétique optimale et leur puissance d'écrasement, sans apprentissage. (Le Gall et Lauret 1998, www.mastication-ppp.net). C'est cliniquement incontestable.

(vidéo YouTube: <https://youtu.be/Heo8c8KM4WY>).

Mais ces données sont interdépendantes de plusieurs autres paramètres comme le nombre de mécanorécepteurs rapporté à la surface portante radulaire, qui a elle-même une relation avec les forces supportées par les différentes dents en fonction de leur position sur l'arcade, de leur mobilité clinique, de leur architecture radulaire et des propriétés de l'os support.

1- Il faut appliquer une force 4 fois plus élevée au niveau molaire pour avoir le même niveau de discrimination qu'au niveau antérieur (Johnsen et Trulsson, 2005), mais par un phénomène de levier prenant en compte la situation des muscles élévateurs, les forces développées sur les dents antérieures sont de 8 à 10 fois moins élevées que sur les dents postérieures (Fontenelle et Woda; in Chateau 1993). (au niveau de la canine il est vraisemblable que cette fourchette de forces appliquées se situe entre 6 à 8 fois moins qu'au niveau molaire). Les forces appliquées sur les molaires sont bien plus importantes que sur les dents antérieures, il y a pléthore d'informations, la discrimination des informations de pression est facilitée et nécessite l'activation de moins de mécanorécepteurs que lorsque ces forces sont très faibles, afin que le niveau de perception des informations soit équivalent entre les incisives, les canines et les molaires.

2-L'étude de Parfitt (1960) indique que la mobilité physiologique moyenne transversale des premières molaires maxillaire est de 56 micromètres contre 64 µm pour la canine maxillaire et 108 m µm pour l'incisive centrale (pour des dents de mobilité 1). Ces chiffres sont corroborés

par l'architecture radulaire de ces dents et de leur surface développée en fonction des qualités mécaniques de l'os support (Le Gall et Saadoun 1993). A titre d'exemple la surface radulaire développée de 16 est 480 mm² contre 380 mm² pour 46 et respectivement 263 et 245 mm² pour 13 et 43 avec une corticale vestibulaire extrêmement fine (Figure 12).

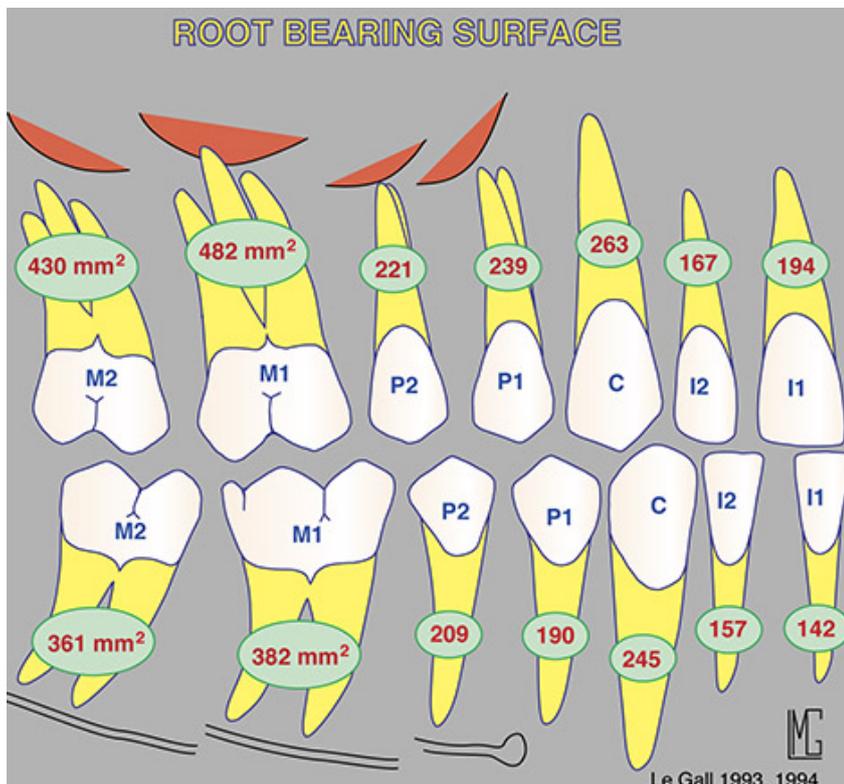


Figure 12: Les surfaces portantes des racines sont adaptées aux charges fonctionnelles supportées par les dents, en fonction de la qualité du support osseux et de leur position sur l'arcade.

Dans ce contexte les caractéristiques biomécaniques des canines n'apparaissent pas aussi exceptionnelles que le prétend d'Amico dans la conclusion de son 6ème article de 1958 et sont dépassées par celles des premières molaires à partir et autour desquelles s'est mis en place le schéma occlusal adulte.

La position de ces dernières, leur mobilité très réduite, leurs doubles guidages d'entrée de cycle et leur architecture radiculaire en trépied, leur permettent de supporter seules les forces de mastication les plus importantes avec des guidages dominants. Ceci ne corrobore pas les déductions sur la "résolution des forces opposées" (d'Amico article N°6 1958), limitées de façon simpliste aux seules forces axiales. La canine arrive tardivement, sur l'arcade, et sa position est imposée par la mastication préexistante, ce qui signifie qu'un jeu fonctionnel suffisant est maintenu, avec ses dents voisines, et antagonistes, afin que la mastication conserve sa cinétique préexistante et l'impose à la canine lors de son émergence progressive. De ce fait elle supporte des forces beaucoup moins élevées, mais par sa position, participe à l'incision et à la mastication tout en guidant généralement seule le mouvement de latéroclusion. Compte tenu du muscle essentiellement recruté pour réaliser ce mouvement, le chef inférieur du ptérygoïden latéral contro-latéral, qui est abaisseur et propulseur/diducteur, les forces transversales appliquées au niveau dentaire lors de ce mouvement sont peu élevées ce qui permet de comprendre pourquoi la canine maxillaire peut le supporter avec une corticale vestibulaire aussi fine. Même en cas de bruxisme, la situation éloignée des muscles élévateurs et le bras de levier ne permettent pas le développement au niveau antérieur de forces aussi élevées qu'au niveau des molaires.

5. -Articulateurs et reproduction de la fonction humaine

L'époque était mécaniste avec le concept de RC et d'axe charnière articulaire "[Les preuves confirment le concept que l'articulation temporo-mandibulaire a un centre de rotation constant pendant l'ouverture verticale et la fermeture de la mandibule.](#)" D'Amico n°6 1958 p240).

Pratiquement tous les articulateurs plus ou moins adaptables ont été conçus selon ce principe d'axe charnière fixe et considérés comme des reproducteurs fidèles de la cinétique mandibulaire et articulaire. Il n'y a donc rien d'étonnant à voir la validation du guidage dominant de la canine réalisée sur des modèles montés en articulateur (D'Amico n°6 1958 p 205-206). Le concept d'axe charnière est aujourd'hui contesté par le fait que les surfaces articulaires se rapprochent pendant la mastication (Gallo L., 2005; Palla S et coll. 2003). Ce qui permet aux faces occlusales des molaires du côté mastiquant d'écraser les aliments, en se rapprochant progressivement de leurs antagonistes, en fonction de l'état d'écrasement du bolus. Les contacts interdentaires directs qui se produisent à travers le bol dans les derniers cycles, sont un signal fort de déclenchement de la déglutition (Figures 13 à 16). Or ce rapprochement des faces occlusales est impossible à simuler sur les articulateurs mécaniques classiques possédant un axe charnière simplifié et non compressible. Voir vidéo YouTube: <https://youtu.be/evZgkLsxzOY> .



Figure 13: homme de 28 ans. Mouvement médio-latéral droit en bouche. ce mouvement se réalise en guidage antérieur sur la canine comme sur l'articulateur (Fig.18). Il n'y a aucun autre contact postérieur entre les arcades, bien que de petites facettes d'usure soient visibles sur les dents postérieures.



Figure 14 Simulation du mouvement latéro-médial de mastication droite, en bouche. La situation est totalement différente. Ce sont tous les versants internes des cuspidés vestibulaires, du côté mastiquant, qui supportent les guidages d'entrée de cycle. C'est une différence fondamentale avec l'articulateur qui est incapable de reproduire ce mouvement (Fig.18). Pendant la mastication, l'articulation humaine ne fonctionne pas comme un axe charnière d'articulateur,.

D'Amico écrit à ce propos dans l'article N°6 p 205, :*"...Dans les trois cas précédents, la relation fonctionnelle est identique, tous possédant une relation d'engrènement des canines. Au cours des excursions latérales de la mandibule, (sur articulateur Figures 17,18,19) aucune des cuspides ou des plans inclinés des prémolaires et des molaires opposées ne sont en contact tant que la mandibule n'est pas revenue en relation centrée avec la dentition en occlusion centrée. Dans une telle relation fonctionnelle, aucune des forces appliquées des*

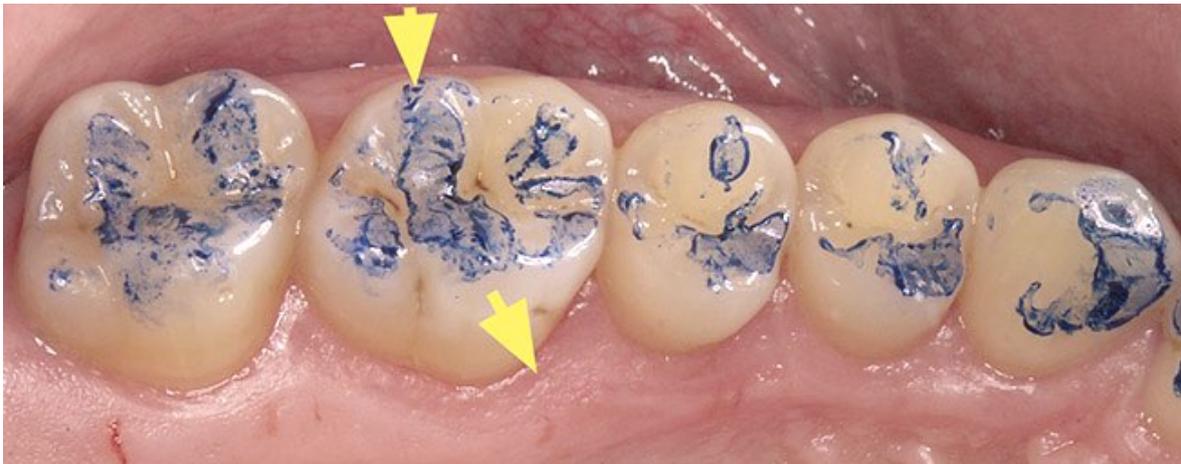


Figure 15: Vue de l'enveloppe limite de guidage dentaire, au maxillaire, du côté mastiquant. Le mouvement mandibulaire a une orientation centripète et des contacts et guidages sont présents sur toute l'étendue des faces occlusales, en entrée et en sortie de cycle (sur les versants dits "travaillants", comme sur les versants dits "non-travaillants").

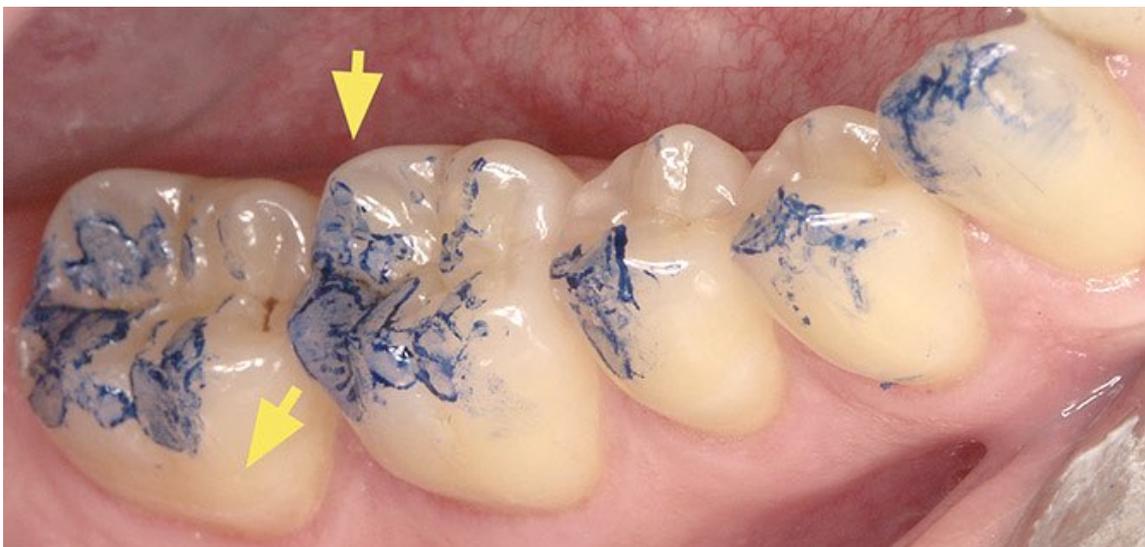


Figure 16: Vue de l'enveloppe limite de guidage dentaire, à la mandibule, du côté mastiquant. Le mouvement mandibulaire a une orientation centripète, mais les guidages se lisent à partir du côté lingual et sont finement appariés avec leurs antagonistes maxillaires. Ces contacts ne sont pas visibles lors du mouvement de latéralité guidé par la canine.

muscles temporal et masséter ne peut être orientée selon un angle par rapport à l'axe long des dents”

Cette démonstration de la protection canine, sur l'articulateur, “pendant la mastication”, est donc fondamentalement fautive, car cette protection canine n'existe pas naturellement lorsque la mastication réelle est observée, ou enregistrée sur des clips vidéo. (Figures 13 à 16, 52,53).

Il manquait trop de données sur la physiologie de la mastication, le rôle des muscles élévateurs et les relations fonctionnelles des faces occlusales des dents postérieures, encore très mal décrites, **pour se permettre cette pseudo démonstration, car:**

- **Sur l'articulateur** le mouvement médio-latéral et le mouvement latéro-médial ,sont

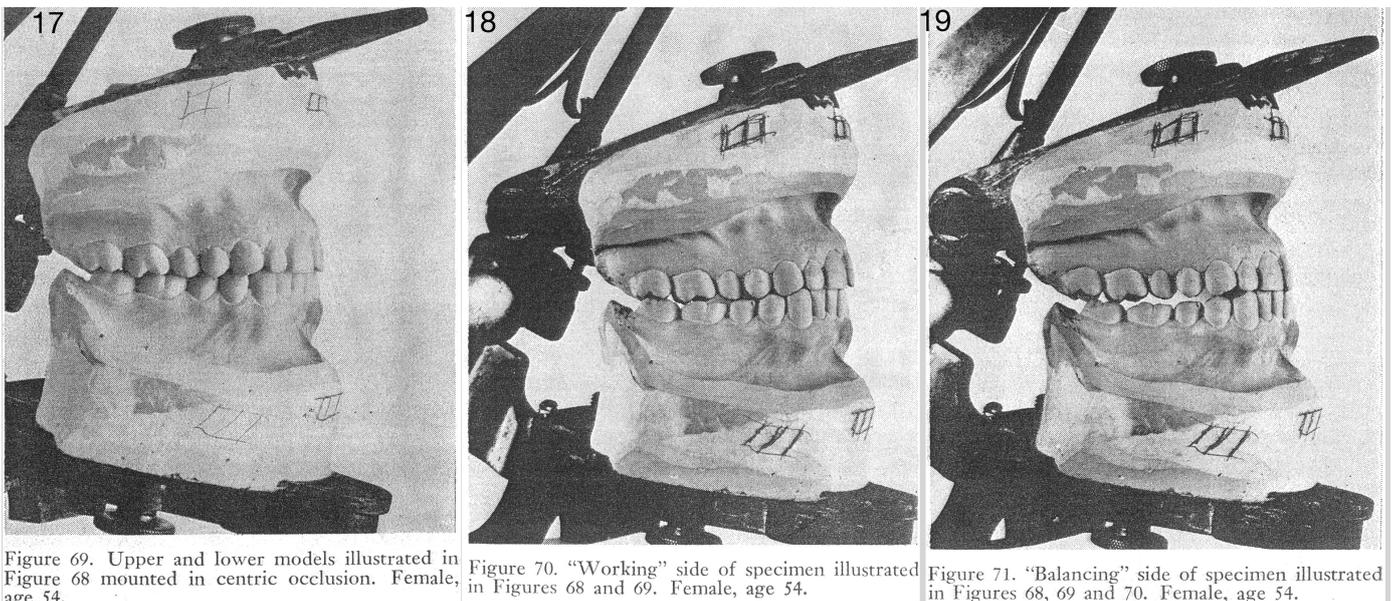


Figure 69. Upper and lower models illustrated in Figure 68 mounted in centric occlusion. Female, age 54.

Figure 70. “Working” side of specimen illustrated in Figures 68 and 69. Female, age 54.

Figure 71. “Balancing” side of specimen illustrated in Figures 68, 69 and 70. Female, age 54.

Figure 17,18,19 Cas clinique de d’Amico (1958 N°6 P. 205 Fig 69, 70, 71) monté sur un articulateur classique

- 17- *Vue des modèles montés en Intercuspidation Maximale (OIM), “occlusion centrée”.*
- 18- *Vue du mouvement médio-latéral droit sur articulateur. Ce mouvement de latéralité se réalise, en guidage antérieur, sur la canine. Il n’y a aucun contact postérieur. Le trajet de retour latéro-médial sur l’articulateur est identique à l’aller, avec le guidage antérieurs de la canine, sans contact postérieurs avant l’arrivée en occlusion. alors qu’il y a des contacts et guidages postérieurs lors de la mastication.*
- 19- *Vue du mouvement latéral du côté gauche, contro-latéral, sur l’articulateur. Il y a désocclusion du côté droit (“non travaillant”).*

effectivement guidés par la canine du même côté et la désocclusion des dents postérieure est la même dans les deux cas.

Néanmoins lorsque le mur postérieur des boîtiers des articulateurs est droit, la désocclusion en latéroclusion des dents postérieures est souvent légèrement amplifiée sur l'articulateur, car l'angulation du mouvement de Bennett n'est pas réglable.

- **Dans la bouche du patient, le mouvement médio-latéral** est guidé par la canine et il y a désocclusion des molaires des deux côtés. Car ce mouvement est provoqué par la contraction du faisceau inférieur du muscle ptérygoïdien latéral contro-latéral, qui est abaisseur et diducteur et sans réelle action des muscles élévateurs.

- **En bouche, lors d'un cycle de mastication**, du même côté, le mouvement est centripète, latéro-médial en entrée de cycle suivi, après le passage de l'OIM, d'un déplacement continu dans le même sens, en sortie de cycle, (des guidages existent sur toute l'étendue des surfaces occlusales postérieures de ce côté). Il se réalise avec la contraction forte des muscles temporal, masséter (élévateurs) et ptérygoïdien médial (élévateur et diducteur) du même côté. Dans ces conditions les surfaces articulaires et les dents postérieures du côté mastiquant, se rapprochent verticalement au fur et à mesure de l'écrasement du bol alimentaire, et jusqu'au contact interdentaire, dans les derniers cycles avant la déglutition (Gallo L., 2005; Palla S et coll 2003). En simulant la mastication à vide, les glissements en contact direct entre les dents postérieures opposées déterminent l'enveloppe limite de guidage des cycles pour une mastication de ce même côté. Tous les autres cycles avec aliments interposés se situent à l'intérieur de cette enveloppe (Figures 23,59,60).

La reproduction de ce rapprochement et de la cinétique masticatoire des dents postérieures est impossible pour la totalité des articulateurs mécaniques dont les boîtiers articulaires ne sont pas compressibles. Il est réalisable sur les articulateurs virtuels de CFAO.

C'est une erreur fondamentale de D'Amico, qui a imaginé, pour l'homme, un modèle copié sur celui de l'articulateur et non pas sur l'observation de la cinétique réelle de mastication, dans la bouche des patients.

Les faces occlusales doivent impérativement être équilibrées en simulant la mastication dans la bouche du patient. Si ce n'est pas le cas, il existe un risque très élevé de laisser des malocclusions sur les faces occlusales (par excès ou par défaut), incontrôlables sur l'articulateur (Le Gall et coll.1994) et dont les conséquences néfastes peuvent être particulièrement amplifiées en implantologie.

Cette erreur condamne irrémédiablement le concept de Protection Canine tel qu'il est proposé par D'Amico.

Le modèle fonctionnel de l'homme n'est pas celui d'un articulateur du XX^{ème} siècle.

Possibilités et limites actuelles des articulateurs mécaniques et virtuels

Aujourd'hui encore, les articulateurs mécaniques sont fiables et souvent indispensables. dans le cadre de l'**occlusion statique**, Dans ce contexte, le montage sur articulateur peut être utile ou nécessaire à l'analyse occlusale, au choix de la dimension verticale, à la détermination d'une relation intermaxillaire gnathologique ou physiologique, au réglage de l'O.I.M. des dents naturelles, des réalisations prothétiques sur dents, sur implants ou les PAT.

Mais en ce qui concerne les mouvements dynamiques, les articulateurs classiques, paramétrés selon le modèle gnathologique, ne peuvent pas simuler le rapprochement des dents postérieures pendant la mastication et tout spécialement pendant l'entrée dentaire de cycle. Les articulateurs adaptables tendent à améliorer cette simulation, mais l'équilibrage finale doit toujours être vérifiée et finalisée dans la bouche du patient en simulant la mastication, car lors de la pose, les faces occlusales des dents prothétiques présentent pratiquement toujours des malocclusions fonctionnelles, non équilibrées au laboratoire.

Possibilités actuelles des articulateurs virtuels et de la CFAO (Conception et Fabrication Assistée par Ordinateur ?

Un système de CFAO est composé de trois parties. Une première unité réalise la prise d'empreinte optique 3D. Une seconde unité réalise le traitement numérique des empreintes obtenues. Cette dernière est associée à un articulateur virtuel et un logiciel de conception prothétique. Une troisième unité est chargée de la réalisation prothétique.

La prise d'empreinte optique est extrêmement précise et fiable, avec encore des disparités entre les caméras. Elle permet de réaliser un modèle virtuel en trois dimensions, fidèle, manipulable et orientable dans toutes les positions. Sur les petits secteurs, ce type d'empreinte permet d'éliminer pratiquement tous les risques d'erreurs, liés à la prise d'empreinte, à la coulée des modèles et au montage sur un articulateur mécanique. Elle doit être réalisée en bouche et non sur des empreintes coulées en plâtre présentant presque toutes des distorsions et imprécisions.

Les possibilités et les réglages des articulateurs virtuels.

- jusqu'à présent, ce sont tous des copies numérisées d'articulateurs classiques. Par contre, la virtualisation permet la modification manuelle de certains de leurs paramètres de fonctionnement.
- l'enregistrement et l'utilisation d'un cycle complet pour la reconstruction occlusale n'est pas encore acquise,
- l'enregistrement précis des faces occlusales est totalement maîtrisé et peut servir de base à leur reproduction, quand elles sont bien équilibrées
- si l'anatomie occlusale fonctionnelle de la dent à recouvrir est rétablie sur une couronne provisoire, une empreinte optique de sa face occlusale peut être prise et une copie exacte réalisée facilement et rapidement par CFAO.
- lorsque l'anatomie occlusale des dents voisines est déséquilibrée ou perdue, il faut d'abord reconstruire l'anatomie fonctionnelle de ces dents et rétablir leur cycle optimal, avant de les prendre comme modèle.
- à la différence des articulateurs mécaniques, la virtualisation donne la possibilité de rapprocher les secteurs postérieurs du côté mastiquant et de les faire glisser l'un sur l'autre en réalisant une simulation approchée de la mastication, comme le font certains prothésistes en retirant les modèles des patients des articulateurs gnathologiques et en les coaptant manuellement. Le mouvement guidé par les faces occlusales des dents voisines de la future

restauration, permet de réaliser des guidages similaires sur la prothèse en cours de réalisation.

- Lorsque la forme de la couronne est validée à l'écran, les empreintes virtuelles sont mise en occlusion et la relation inter-maxillaire est enregistrée avec la caméra. C'est une phase essentielle et délicate.
- Les informations sont alors transférées vers une machine d'usinage ou une imprimante 3D qui assurera la réalisation prothétique.
- le fonctionnement des articulateurs virtuels étant une copie de celui des articulateurs mécaniques, il reste à optimiser les possibilités de réglage de certaines valeurs, pour essayer d'obtenir une reproduction fine de la mastication. En particulier la bonne orientation de l'entrée de cycle n'est pas facile à obtenir, car l'articulateur virtuel est une copie de l'articulateur gnathologique. Dans ce contexte, le réglage de l'angulation du mouvement de Bennett, de sens inverse de la mastication, qui est généralement limitée à environ 17°, devrait être étendu jusqu'à environ 50-60°, afin de pouvoir obtenir dans tous les cas, une angulation correcte de l'entrée de cycle qui suive bien le rail du pont d'émail des M1. Ce déplacement centripète d'entrée de cycle a été appelé mouvement de Lauret, car le couple angulation/ rapprochement des dents postérieures nécessite l'affichage d'une valeur angulaire beaucoup plus importante pendant l'entrée de cycle, parce que la boule "condylienne" des articulateurs gnathologiques n'est pas compressible, comme l'articulation humaine.
- Sur un articulateur virtuel il s'agit probablement d'une modification logicielle mineure prenant en compte la composante de rapprochement vertical des dents mandibulaires et l'angulation de leur déplacement, lorsqu'elles suivent le rail d'entrée de cycle de M1 maxillaire. Cette modification n'a encore pas été réalisée.
- La réalisation des prothèses complètes fixes n'est pas encore totalement aboutie et nécessite toujours la réalisation d'une maquette fonctionnelle préalable, ou une réalisation par secteurs successifs.

Voir le chapitre consacré à la CFAO sur: www.mastication-ppp.net

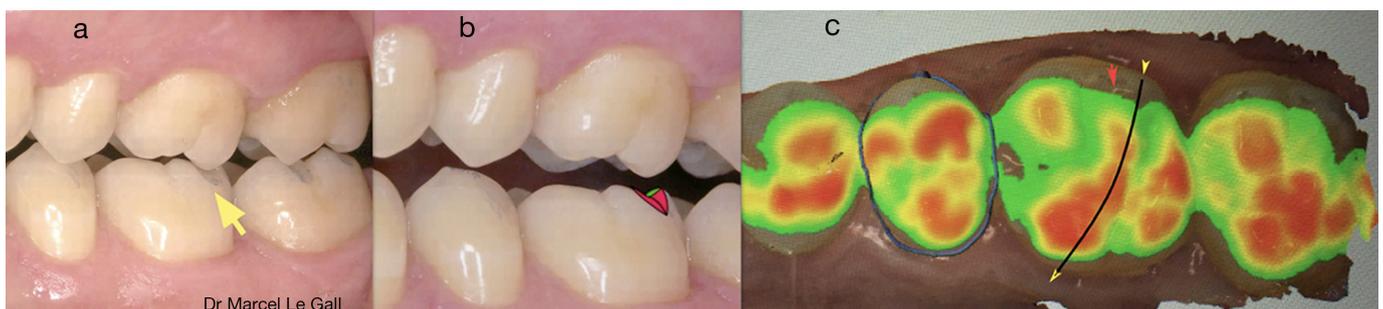


Figure 18 bis (c) Vue occlusale de la simulation de la mastication sur un articulateur virtuel 3shape® L'angulation de l'entrée de cycle sur M1maxillaire est trop antérieure (flèche rouge), comparée à l'angulation optimale du rail du pont d'émail (ligne noire flèches jaunes). Cette angulation ne permet pas au rail maxillaire de se positionner dans le réceptacle en forme de V situé entre la cuspidé centro-vestibulaire et disto-vestibulaire de M1 mandibulaire (a,b).

MORPHOLOGIE ET FONCTION DES MAMMIFÈRES

Chapitre 4

Au début du premier article (d'Amico 1958 N°1), il est apparu un point de désaccord entre G. Black et A. d'Amico concernant le modèle de fonctionnement de l'homme, soit omnivore pour Black, soit carnivore frugivore pour d'Amico.

Pour essayer de déterminer qui a raison, il est utile de faire un rappel des principaux modèles de fonctionnement dento-articulaire des mammifères et d'établir une comparaison avec celui des anthropoïdes et hominidés. En tenant compte de la capacité à préparer le bolus dans la cavité orale puis à le digérer et à l'assimiler.

Depuis la crise du crétacé-tertiaire, il y a 65,5 Ma et le cycle de catastrophes (volcanisme et météorite de + de 10km ø (responsable de l'existence d'une couche limite K-T existant partout autour de la terre, avec un pic d'iridium caractéristique) qui a vu la disparition des grands dinosaures et une extinction massive de la vie. Tous les mammifères modernes, y compris l'homme, se sont diversifiés à partir de petits mammifères placentaires, nocturnes à 44 dents. Ces petits mammifères de la taille d'une souris, ont pu survivre grâce à leur capacité omnivore, car ils ont pu manger l'herbe, dans les niches laissées libres par la disparition des grands dinosaures. (Sigogneau-Russel 1991: Kennalestes, Asiorictes, omnivores à 44 dents, 3I, 1C, 4P, 3M.; Granat 2001: C'est la formule dentaire d'origine de tous les mammifères placentaires actuels, donc des Primates).

Une deuxième étape de radiation-diversification s'est produite il y a 34 Ma (Sherwood-Romer 2009) au moment de la grande coupure, une crise climatique majeure qui a vu la séparation du continent Antarctique de l'Australie et de l'Amérique du Sud. Cette évènement a provoqué la sélection de la majorité des espèces encore présentes aujourd'hui.

Celles qui ont conservé des molaires tribosphéniques ont généralement gardé des caractéristiques omnivores. D'autres ont évolué vers des modèles strictement carnivores, herbivores ou rongeurs, ou avec des caractéristiques intermédiaires en fonction des niches écologiques qu'elles ont occupées ou qu'elles occupent encore aujourd'hui (Le Gall et Lauret 2008, 2011, Chap 3):

- **les carnivores à champ fonctionnel vertical et 1 degré de liberté articulaire**
- **les herbivores à champ fonctionnel frontal et 2 degrés de liberté,**
- **les rongeurs à champ fonctionnel sagittal et 2 degrés de liberté articulaire,**
- **les modèles omnivores, dont ceux à molaires tribosphéniques,** avec 3 degrés de liberté articulaire, optimisés par la présence d'une main capable de porter les aliments à la bouche et de les y introduire, grâce à une incision spécifique.
- **Cependant de très nombreux modèles de fonctionnement ayant existé ou encore présents aujourd'hui, bénéficient de caractéristiques intermédiaires.** Certains ont été éliminés puis sélectionnés à nouveau dans d'autres lignées et/ou à des époques différentes (par exemple: certains dinosaures herbivores et les herbivores actuels).

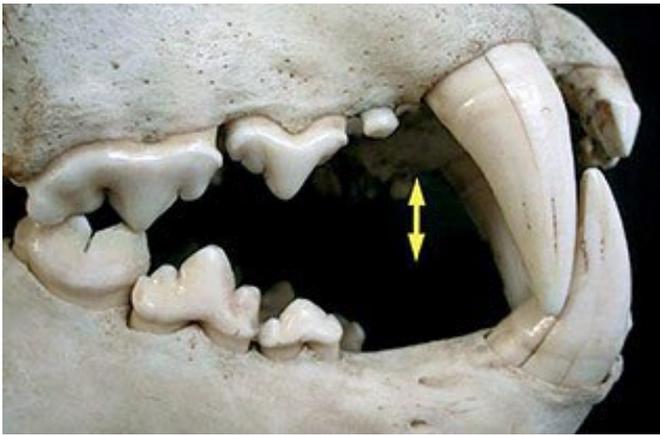


Figure 20, 21: Système dento-articulaire d'une jeune lionne (Coll. De Ramecourt, Le Gall)

-20- Les canines se comportent d'abord, comme des crochets de capture et de mise à mort de la proie, et permettent ensuite, son démembrement sommaire, aidées par l'action des dents carnassières dont l'efficacité est redoutable. Les canines des mâles sont bien plus longues.

-21 Auto-affutage cisailant et verrouillant des carnassières. (Le Gall et Lauret 2008)

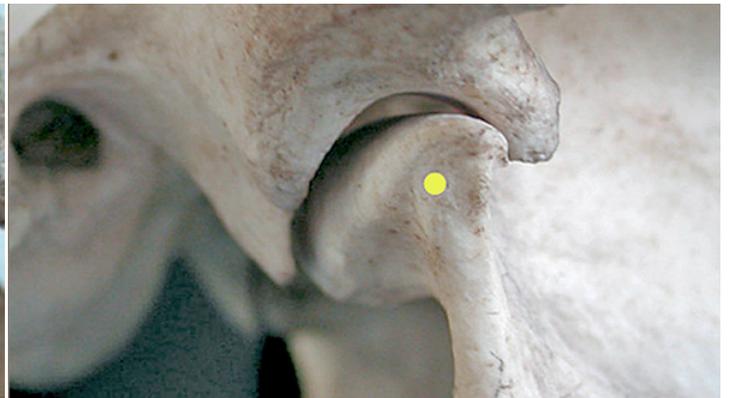


Figure 22a: Les articulations ne peuvent effectuer qu'une rotation. L'ouverture et la fermeture sont canalisées dans le plan sagittal par un déterminant dentaire vertical et par l'allongement transversal des deux articulations (comme des paumelles de portes), qui interdisent tout mouvement transversal en diagonale

Figure 22b: C'est un véritable axe charnière, différent du modèle humain.

A- LES CARNIVORES

1. Cinétique articulaire

Les mammifères carnivores possèdent un seul degré de liberté dento-articulaire permettant l'ouverture et la fermeture verticale de la cavité buccale. Les articulations sont allongées transversalement et ne permettent que la rotation (Figure 22).

2. Morphologie dentaire et spécificités des modèles (Figures 20,21)

La limitation antéro-postérieure est assurée par :

- les articulations charnières,

- le calage/verrouillage antérieur des canines mandibulaires contre les incisives latérales maxillaires: (Chap 3 in Le Gall et Lauret 2011)

La limitation transversale est assurée par:

- d'une part les rapports de fermeture très précoces des canines et surtout l'occlusion très engrenée des carnassières et des canines, qui interdisent tous les mouvements transversaux.
- et d'autre part les deux axes charnières articulaires très allongées transversalement qui interdisent les mouvements en diagonale.

Cet appareil dentaire acéré est adapté à la capture et la retenue de proies vivantes fuyantes, et à leur mise à mort, assurée par des canines très longues et acérées se comportant comme de véritables crochets préhensiles. Le démembrement, l'arrachement et la dilacération sommaire des victimes et des pièces carnées est assuré par les canines mais surtout par le cisaillement vertical des carnassières agissant comme des lames de ciseaux. Leur efficacité est amplifiée par la confrontation des pointes de cuspides, en forme de lames triangulaires, s'affrontant en glissement diagonal, dans le plan sagittal. La préparation physique de la proie est réduite et rapide, sans mastication réelle avant sa déglutition, pour éviter la convoitise d'autres prédateurs. L'essentiel de sa digestion est chimique, elle est facilitée par la présence de sucs gastriques puissants (PH compris entre 1 et 2).

On note la présence de facettes d'usure au niveau des canines, des incisives et sur les zones de glissement vertical des carnassières opposées, indiquant un auto-affûtage fonctionnel de ces dernières (Figure 21).

L'action de cisaillement des carnassières est d'une efficacité redoutable. Certains carnivores comme les hyènes arrivent même à fracturer des os avec.

Ce modèle très spécialisé, efficace et rapide est inadapté à la mastication, donc à la préparation buccale des nourritures végétales fibreuses, abrasives et pauvres en protéines, car il n'y a aucune composante transversale d'écrasement capable de broyer la paroi en cellulose des cellules, pour en digérer le contenu. Même la digestion des polysaccharides comme l'amidon cru est difficile et incomplète chez des mammifères carnivores domestiques, comme le chien (Champ Martine 1985; Grancher Denis 2009). Par contre, ce n'est pas le seul modèle qui permette la préparation, l'ingestion et la digestion de nourriture carnée. La viande est un aliment facile à digérer par un système digestif non spécialisé.

B- LES HERBIVORES

1. Cinétique articulaire

Les mammifères herbivores possèdent deux degrés de liberté dento-articulaire permettant l'ouverture et la fermeture de la cavité buccale, ainsi que les mouvements transversaux. En fonctionnement herbivore, les mouvements antéro-postérieurs ne sont pas possibles.

2. Morphologie dentaire et spécificités des modèles

Exemple: modèle de fonctionnement des équidés (cheval du Poitou). Figures 23 à 26).

La limitation antéro postérieure est assurée par:

-les tables occlusales postérieures qui montrent, dans le plan sagittal, des rapports d'occlusion en accordéon, bloquant les mouvements antéro-postérieurs et canalisant les mouvements transversaux des cycles masticatoires (Figure 23).

En position de fermeture, on observe le décalage frontal des relations intermaxillaires, la mandibule se situant de chaque côté en position interne décalée, avec des relations inter-incisives en bout à bout marqué.

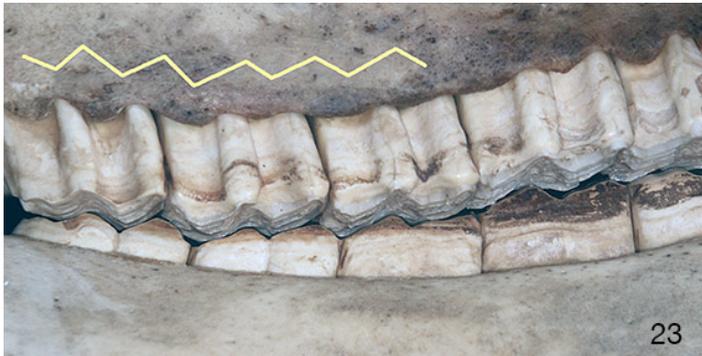


Figure 23: Système dento-articulaire du cheval (Le Gall et Lauret 2008-2011)

Dans le plan sagittal, notez l'aspect en zigzag des relations occlusales, qui interdit tout mouvement antéro-postérieur.

Figure 24: En position de fermeture centrée, la mandibule, de largeur réduite, est décalée médialement de façon symétrique. Lors de la fermeture, les incisives sont en bout à bout marqué, mais les contacts intermaxillaires postérieurs sont réduits.

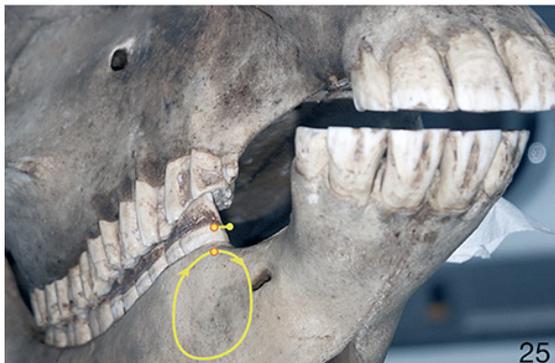


Figure: 25,26: Un léger déplacement centrifuge met les molaires du côté triturant dans une position d'intercuspitation maximale unilatérale (Figure 25)

-en provoquant la désocclusion des incisives (Figure 25)

-et des prémolaires et molaires du côté non triturant (Figure 26).

C'est autour de cette "occlusion maximale unilatérale" que se développent les cycles masticatoires, sans contacts occlusaux du côté non mastiquant (Figure 26).

-les articulations temporales ont une forme de "dôme" sagittal accentué qui ne permet pas les déplacements antéro-postérieurs, mais elles sont libérées transversalement avec, comme dans le cas du cheval, une ouverture verticale limitée (Figure 26b). Ce système dentaire est adapté à la dilacération et l'écrasement minutieux d'une nourriture herbacée pauvre en protéines et de surcroît abrasive, car la cuticule de l'herbe contient des phytolithes.(Figure 6)

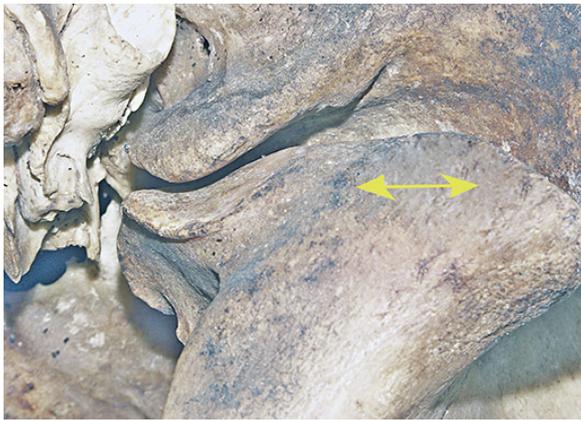


Figure 26 b Les articulations en forme de dôme canalisent les mouvements dans le plan frontal et limitent l'ouverture.

L'usure accélérée des faces occlusales est compensée par la présence de dents à croissance continue. Le mouvement antéro-postérieur d'incision n'étant pas possible, la préhension de l'herbe est effectuée par une section arrachement directe des brins d'herbe par les incisives en bout à bout, car un déplacement latéral les mettrait immédiatement en

désocclusion. L'originalité de ce modèle réside dans le fait qu'en position de fermeture sagittale centrée, les tables occlusales postérieures mandibulaires sont en décalage médial marqué avec leurs antagonistes maxillaires (Figure 24). Lors de la mastication un petit déplacement médio-latéral de la mandibule, vers le côté mastiquant, met les tables occlusales en rapports d'occlusion maximale unilatérale et provoque la désocclusion des dents du côté non mastiquant et des antérieures (Figures 25, 26). C'est autour cette position décalée latéralement que s'effectuent les cycles de mastication, sans contacts entre les molaires du côté non mastiquant et entre les incisives. Les tables occlusales postérieures présentent des circonvolutions d'émail, à motifs variés, séparées par des zones de dentine s'usant plus rapidement par attrition et biocorrosion. Cette configuration est auto-entretenu par croissance continue des dents. L'usure différentielle des tables occlusales permet aux dents de se comporter comme des râpes très abrasives qui cassent et écrasent les fibres végétales de cellulose, composant la paroi des cellules, pour faciliter la digestion de leur contenu. Certains herbivores sont des brouteurs d'herbe (Rhinocéros blanc), d'autres sont des folivores, brouteurs de feuilles (Rhinocéros gris). Il existe un nombre important de modèles apparentés



Figure 27a: (Musée zoologique, Strasbourg France) Vue d'une configuration apparentée chez un cervidé. Les rails ont une section triangulaire similaire à celle de *Dryopithecus*.

Figure 27b: (Musée zoologique, Strasbourg France) Vue perspective du glissement des rails mandibulaires en "accordéon", dans leurs antagonistes maxillaires. C'est cette relation dynamique, indirecte puis directe à travers le bol qui donne son efficacité au modèle.

(Figure 27). D'autres, comme les éléphants de savane africaine actuels, disposent de germes de remplacement lorsque la table occlusale de leur unique molaire est usée.

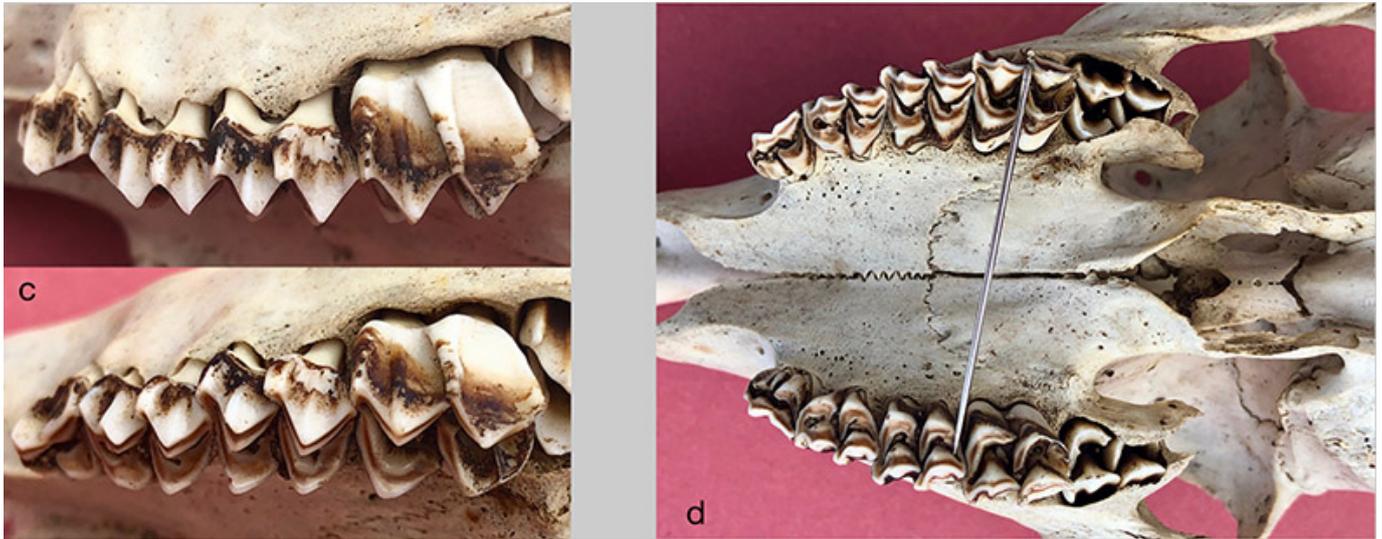


Figure 27c, (Chevreuil Européen (Kerven, 29140 Melgven F) L'alignement des surfaces de guidage qui constituent les rails est notable en vue axiale et en perspective.

Figure 27d: Les rails d'un même côté sont parallèles et rectilignes avec une orientation légèrement diagonale, disto-mésiale. Même dans ce cas, où l'angulation est faible, les rails des côtés mastiquant et non mastiquant, ne peuvent pas être engagés simultanément. Donc la mastication ne se fait pas en occlusion balancée.

La digestion des glucides, comme l'amidon, est généralement réalisée par des enzymes endogènes et pour la cellulose, par les enzymes exogènes d'une microflore spécifique (Champ, 1985). Les herbivores n'ont pas tous la capacité à digérer directement la cellulose. Chez les monogastriques sa dégradation préalable, longue et consommatrice d'énergie, est réservée à certains herbivores spécifiquement adaptés, comme le paresseux et le panda. Chez les ruminants, comme les bovins, l'ingestion immédiate de l'herbe dans un organe spécifique le rumen, permet la dégradation plus rapide de la cellulose, avant sa régurgitation et sa mastication secondaire (ruminant) suivie de sa digestion.

C- LES RONGEURS

1. Cinétique articulaire

Les rongeurs et les lagomorphes font partie du groupe des glires. Les glires possèdent généralement une double capacité. En plus de l'ouverture et de la fermeture ils peuvent être soit rongeurs en mouvements antéro-postérieurs, soit herbivores en mouvements transversaux, mais pas simultanément. Ils possèdent des surfaces articulaires souvent plus complexes, car adaptées à cette double possibilité.

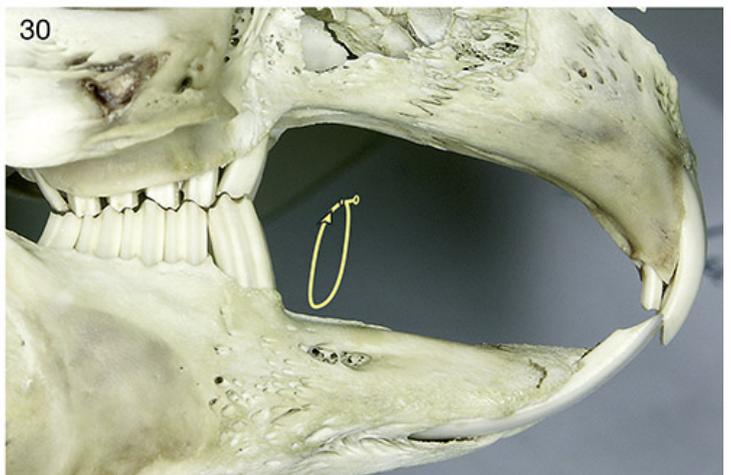


Figure 28 (Le Gall et Lauret 2008-2011)

Les condyles mandibulaires sont orientés longitudinalement. La surface articulaire maxillaire est réduite à un simple support arciforme. Notez le décalage externe des molaires maxillaires par rapport aux mandibulaires, en occlusion. Ce qui permet, en mode herbivore, le décalage de la mandibule vers le côté mastiquant et la mise en inoclusion du côté non mastiquant. Les incisives sont en appui, mais les contacts des dents postérieures sont relativement réduits en OIM.

Figure 29 (from Le Gall et Lauret 2008-2011)

Le rongement s'effectue dans une position en propulsion, en rapports incisifs inversés ou non. Cette antéposition met les molaires en inoclusion pendant le rongement effectué par les incisives.

Figure 30 (from Le Gall et Lauret 2008-2011)

Lors de la mastication, la mandibule recule et peut se mettre en occlusion unilatérale décalée soit à droite soit à gauche (comme le cheval). Dans ces conditions le côté non mastiquant se met en désocclusion et permet la mastication sans contact de ce côté. Chez le lapin, lors de la mastication, il y a un guidage d'accompagnement antérieur, au niveau des 2 incisives palatines et du cingulum des 2 incisives vestibulaires.



Figure 29b: Pendant la fonction de rongement, en position propulsée, les mouvements transversaux ne sont pas possibles. La partie longitudinale arrière du condyle mandibulaire glisse contre la racine transverse de l'arcade zygomatique dont la forme canalise son déplacement dans le plan sagittal.

Figure 30b: Pendant la mastication frontale herbivore, la mandibule recule. Et c'est la partie antérieure de la surface articulaire du condyle, appuyée contre l'arrière de la zygoma, qui accompagne les rapports transversaux d'occlusion molaires, en accordéon. Cette coordination interdit tout mouvement de propulsion pendant la mastication..

2- Morphologie dentaire et spécificités des modèles

La préparation des nourritures végétales très dures est facilitée par la capacité de rongement qui sert aussi à d'autres usages, comme le castor pour couper le bois, ou le rat-taupo pour creuser ses galeries. Cette fonction est réalisée par des glissements et des frottements entre les 2 incisives centrales maxillaires et leurs 2 antagonistes, à croissance continue. Ces mouvements sagittaux alternatifs, sont accompagnés par le déplacement des têtes condyliennes orientées longitudinalement. Les mammifères rongeurs possèdent deux degrés de liberté dento-articulaire permettant l'ouverture et la fermeture de la cavité buccale, ainsi que les mouvements antéro-postérieurs. Le rongement est très souvent associé à la capacité herbivore, comme c'est le cas pour le lapin domestique (lagomorphe; un rongeur possédant 2 incisives centrales supplémentaires, en position palatine). Le modèle devient alors plus complexe: car la canalisation transversale des guidages interdisent les mouvements antéro-postérieurs et les contacts du côté non mastiquant. Dans cette situation, c'est la partie antérieure du condyle, en forme de "chapeau chinois" arrondi, qui accompagne le mouvement transversal des cycles de mastication.

La position d'occlusion sagittale met les arcades en rapports d'occlusion décalés dans le plan frontal, de façon semblable aux équidés (Figure 28). A partir de cette position deux types de programmes fonctionnels sont possibles, mais ne peuvent pas être réalisés simultanément (Le Gall et Lauret 2011) :

- Soit ouverture et mise de la mandibule en antéposition, pour effectuer le rongement en rapports incisifs inversés ou non (Figure 29). La partie postérieure des processus condyliens, orientée longitudinalement, accompagne ce mouvement alternatif inter-incisif (Figure 28b). Dans cette fonction, les mouvements transversaux ne sont pas possibles.
- Soit ouverture et décalage mandibulaire transversal vers le côté mastiquant, afin de mettre ce secteur postérieur en intercuspidation maximale unilatérale (Figure 30) et le

secteur controlatéral en désocclusion. A partir de cette position, la mastication, guidée par les rails transversaux des molaires, devient possible de ce côté, avec un glissement frontal entre les incisives.

Le modèle du lapin domestique illustre de façon très démonstrative l'adaptation de l'anatomie et des mouvements articulaires à la cinématique fonctionnelle imposée par la forme des dents. Le condyle du temporal est réduit à une simple arche transversale, en accent circonflexe arrondi, constituée par la racine transverse du processus zgomatique. Elle répond ainsi, sur toute sa longueur, à la forme frontale arrondie, du condyle mandibulaire.

Lors du rongement, c'est la partie postérieure du condyle mandibulaire étroite et allongée sagittalement qui se déplace longitudinalement dans la partie la plus haute du condyle temporal (Figure 28b). Lors de la mastication, c'est la partie antérieure du condyle large et développée frontalement qui se déplace transversalement le long de l'arche temporale (Figure 29b).

L'usure accélérée des surfaces dentaires fonctionnelles est compensée par la croissance continue des dents.

l'Agoutis est un rongeur semblable avec la double capacité:

- rongement dans le plan sagittal avec antéposition des incisives mandibulaire,
- alors que les dents postérieures ont un mode de mastication unilatéral transversal, de type herbivore. La simple observation des faces occlusales montre bien que les rails de guidages occlusaux de la mastication ne sont pas parallèles entre les deux côtés. Leur orientation diagonale indique clairement qu'ils ne peuvent pas fonctionner en occlusion "balancée" avec les rails engagés simultanément des deux côtés (Figure 31°).



*-Figure 31 - rongeur en fonctionnement antéro-postérieur,
- herbivore en fonctionnement postérieur transversal. Les rails occlusaux postérieurs ne sont pas parallèles ils ont une orientation diagonale marquée et ne peuvent pas fonctionner en occlusion balancée, avec en étant engagés simultanément des deux côtés. (Ce qui pourrait se produire si les dents étaient usées à plat, sans rails et/ou ne bénéficiaient pas d'une croissance continue, comme le sont parfois des dents humaines dont les faces occlusales se sont progressivement dégradées).*

D- LES OMNIVORES ET LEUR ÉVOLUTION

Certaines espèces ont divergé du modèle originel, d'autres ont plus ou moins conservé ou amélioré les caractéristiques omnivores héritées de ce modèle. Nous nous limiterons à un seul exemple avant d'aborder les hominidés.

1- Non tribosphéniques, les phacochères (Figures 32, 33)

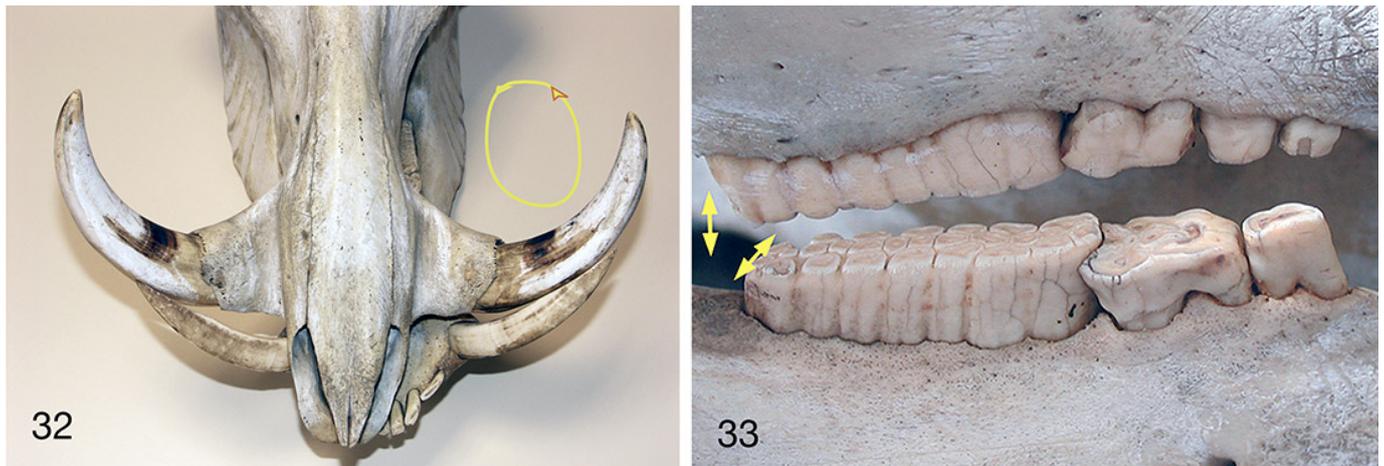


Figure 32, 33: Phacochère mâle.

-32-Les canines mandibulaires des phacochères sont affûtées par les glissements fonctionnels contre les canines maxillaires en interdisant le recul mandibulaire.

-33-les faces occlusales des molaires à croissance continue sont plates avec une usure différentielle entre émail et dentine. (Collection. De Ramecourt, Le Gall)

a. Morphologie dentaire et spécificités

Le modèle du phacochère omnivore est intéressant. Il n'a pas de molaires tribosphéniques, mais possède des tables occlusales d'herbivore, à croissance continue, qui sont plates, car sans rails transversaux de guidage, avec deux degrés de liberté dento-articulaire. En l'absence de canalisation postérieure, les canines délimitent à elles seules, de façon incontournable, l'arrière du champ fonctionnel transversal (limite rétrusive), tout en réalisant l'auto affûtage des canines mandibulaires. Ces dernières sont très acérées et coupantes comme un rasoir, leur permettant d'assurer la défense en cas d'attaque et la recherche d'aliments enfouis dans le sol. Par contre, elles ne jouent pas le rôle de crochets rétentifs, comme chez les carnivores. Elles peuvent assurer la défense, mais pas la capture de proies vivantes et en fuite. Il existe un dimorphisme marqué, de la taille des canines, avec les femelles.

b. Morphologie articulaire et spécificités

Il n'y a pas de cavité articulaire crânienne, la surface fonctionnelle est totalement plate et allongée transversalement. Les phacochères sont adaptés à la digestion et l'assimilation d'un régime alimentaire omnivore. Ce modèle simple, à faces occlusales plates, bénéficie d'une

bonne régénération. Il fonctionne en protection canine, mais ce n'est pas le modèle de fonctionnement des hominidés qui est beaucoup plus complexe.

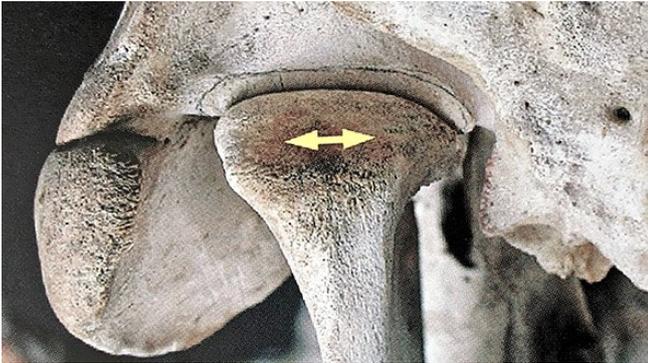


Figure 33b (Le Gall et Lauret 2011): la fosse articulaire maxillaire est inexistante et la surface articulaire transversale est plate. Tout le guidage transversal est assuré par les canines maxillaires. Les canines mandibulaires glissent contre elles, pendant la mastication, en s'auto-affutant. Elles servent à fouiller le sol pour la recherche de nourriture et d'armes de défense très efficace

2- Tribosphéniques:

a- généralités, les simiens

Les simiens et plus particulièrement les hominidés, à molaires tribosphéniques, ont conservé la capacité omnivore du mammifère ancestral de 65,5 Ma. Depuis plus de 32 millions d'années ils associent une denture à 2 fois 16 dents (Coppens et Picq et coll 2000) à la présence d'une main préhensile capable de saisir, de préparer et de porter les aliments à la cavité buccale. La présence de cette main, capable d'assurer également la défense, a probablement influencé la diminution des capacités défensives dentaires et la préhension directe des aliments par le museau ainsi que sa disparition progressive. Les hominidés ont la capacité omnivore: les grands singes et surtout l'homme dont le basicrâne s'est adapté aux différentes sollicitations fonctionnelles dont il est l'objet (Picq et Lemire 2002): adaptation à la posture verticale, à la locomotion, au développement du crâne, à la respiration, à l'élocution, aux mimiques communicatives, mais également à ses caractéristiques nutritionnelles. Les hommes et les chimpanzés mangent de la viande, les gorilles se montrent très végétariens, mais mangent de la viande en cas de nécessité. La part de l'alimentation carnée dans leur régime alimentaire est donc très différente et fonction des ressources de l'écosystème, les hommes sont un peu plus carnivores que les chimpanzés et considérablement plus que les gorilles.

L'importance très variable de l'alimentation carnée dans le répertoire nutritionnel des humains fait partie de leurs stratégies de survie et d'expansion, mais pas de celles des chimpanzés et des gorilles (Coppens et col. 2000, Picq et Lemire 2002). Leur système digestif est capable de digérer les glycoènes de la viande, mais pas les os, seulement digérés par les carnivores dont le PH gastrique est de l'ordre de 1. De même, ils digèrent les fruits, les nourritures végétales et l'amidon (cuisson), mais pas la cellulose nécessitant les enzymes d'une flore spécifique externes installée précocement dans le tractus digestif, ou la présence d'un rumen dédié à sa dégradation.

Les systèmes dento-articulaires des hominidés: gorilles, chimpanzés, bonobos, humains (systématique phylogénétique de Hennig 1966) dérivent d'un même ancêtre commun omnivore,

vivant il y a plus de 7 Ma dans la savane arborée africaine (Picq et Lemire 2002). Depuis la spéciation, leurs évolutions parallèles se sont exprimées par certaines différences dans leurs caractéristiques anatomiques et fonctionnelles.

Nous étudierons un système, en le comparant au modèle humain:

b- Tribosphéniques: cas du gorille (Figures 34 à 39)

- Morphologie articulaire

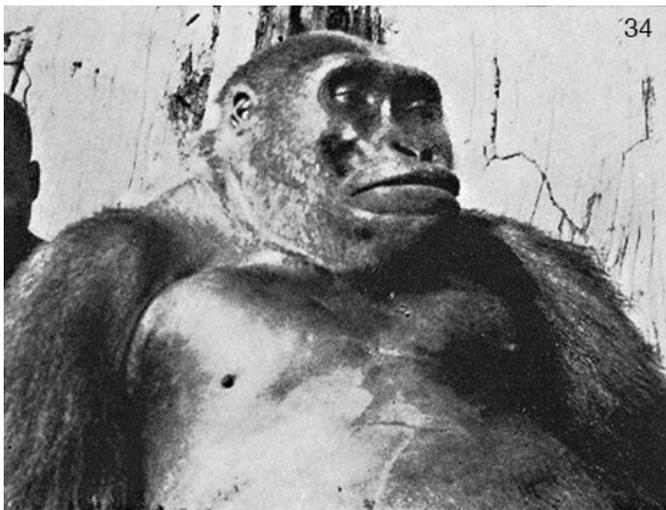


Figure 34: La photo et le crâne de ce gorille âgé, tué en 1930, proviennent de la collection de trophés de chasse de Gabriel De Ramecourt (1970). L'âge estimé de ce spécimen, par les indigènes, est d'une centaine d'années. En réalité, c'est probablement moins.

Figure 35: L'arcade maxillaire est de forme rectangulaire. Les abrasions fonctionnelles de toutes les dents sont très sévères. Les chambres pulpaire sont ouvertes, avec des pathologies apicales sur beaucoup de dents.

L'anatomie articulaire est assez proche de l'anatomie humaine avec trois degrés de liberté, mais avec un processus postérieur limitant partiellement l'arrière du champ fonctionnel (Figure 38b).

- Morphologie dentaire et spécificités

Le gorille présente des arcades de forme rectangulaire allongées sagittalement. Le museau est encore un peu présent, il facilite l'olfaction et la préhension directe des aliments.

Les canines positionnées dans les angles, sont situées en dehors de l'arcade. Elles ont un rôle fonctionnel plus réduit en occlusion et en cinématique dento-dentaire, comme chez les autres singes, elles ont un rôle de préhension, de défense et d'intimidation. Leur dimension très importante chez les singes mâles polygames avec un dimorphisme marqué (Figure 8), diminue considérablement chez les singes monogames, avec un dimorphisme très réduit. Leur taille est la conséquence de leur rôle associé dans la compétition sexuelle avec les autres mâles (Tomes 1882, Coppens, Picq et al 2000 ; (2), Picq 2010).

Les molaires ont une anatomie occlusale cuspidée complexe, un peu différente de l'anatomie humaine. Le spécimen mâle très âgé de notre collection, (Figure 34), présente une attrition

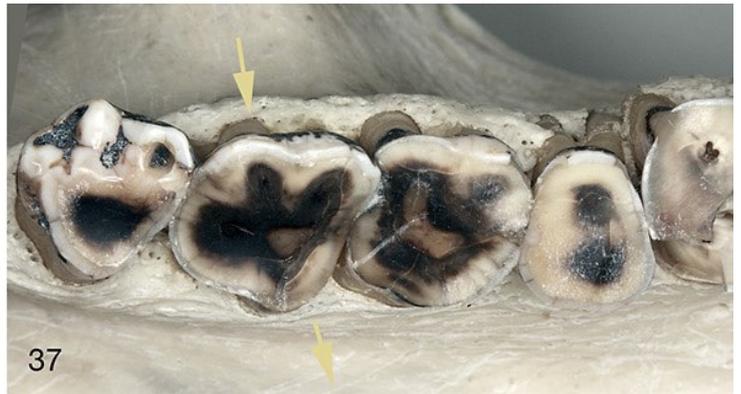
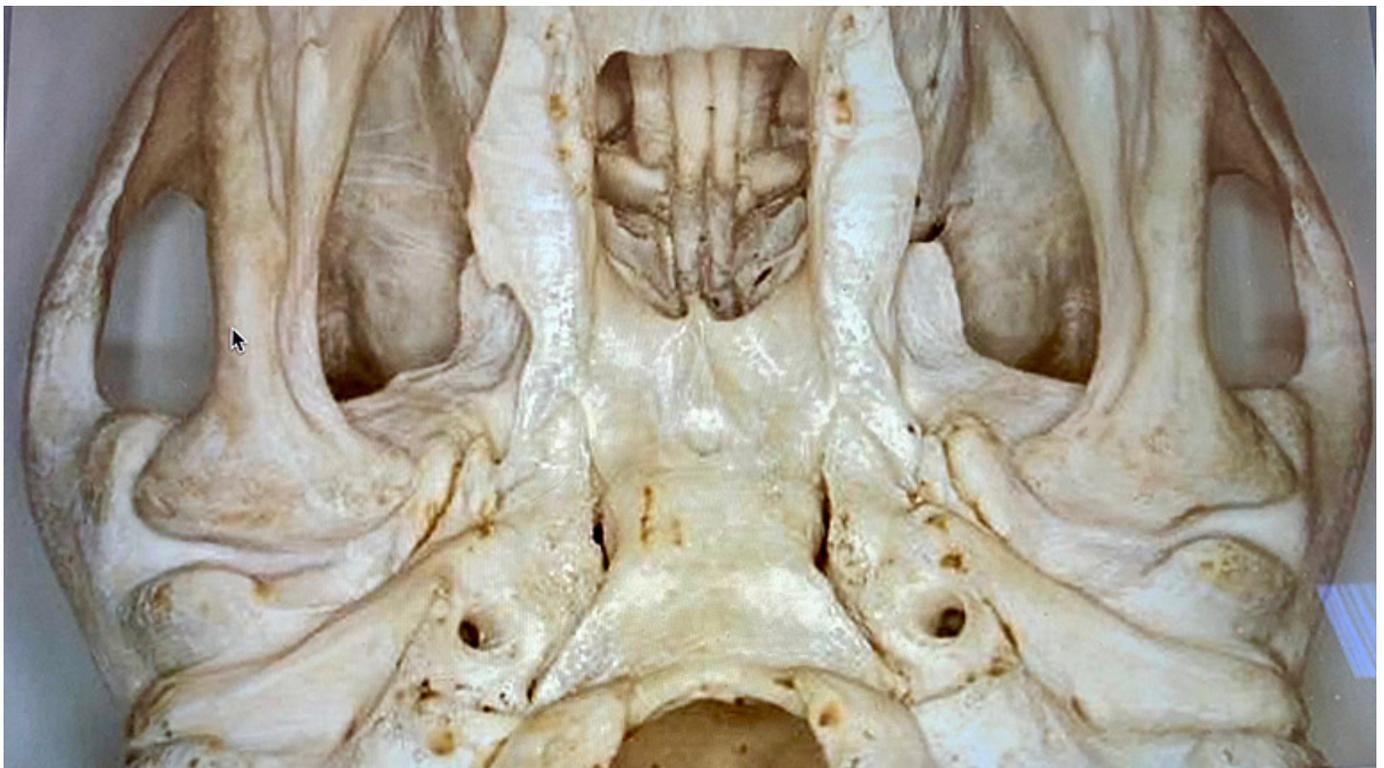


Figure 37: Ces abrasions par attrition présentent un aspect lisse, indiquant une usure par contact direct et glissements fonctionnels entre les antagonistes.



Figure 38 Les facettes antérieures ne se coaptent pas, elles résultent de fractures anciennes pour les canines et de l'interposition de corps étrangers ou d'aliments durs pour les incisives.

Figure 38b La partie postérieure des fosses temporales présente un processus de limitation postérieure de l'entrée de cycle de mastication. Les guidages dentaires (anti recul) totalement usés ne permettent plus d'assurer la protection des surfaces articulaires. Il existe une lésion osseuse importante résultant du contact direct entre l'arrière de la tête condylienne gauche et le processus postérieur.



occlusale extrêmement importante, résultant de contacts occlusaux glissants. L'orientation et la mise en relation dynamique des secteurs postérieurs montre une cinématique fonctionnelle de type humain, frontalisée avec une résultante diagonale montrée par l'orientation des pistes d'abrasion (Figures 35,36,37). C'est probablement la preuve que ce spécimen forestier ne s'est pas limité à la consommation de fruits, très peu abrasifs, mais a également mangé beaucoup d'herbacés et/ou de feuilles très abrasives.

Les abrasions du secteur antérieur n'ont pas trouvé d'explication par un contact dentaire direct, car les facettes ne se coaptent pas (Figure 38). Leur aspect arrondi et lisse suggère l'interposition de nourritures végétales abrasives et dures. ou pour certaines, comme les canines mandibulaires avec des fractures très anciennes, résultent probablement de combats entre mâles, suivis d'une usure secondaire.

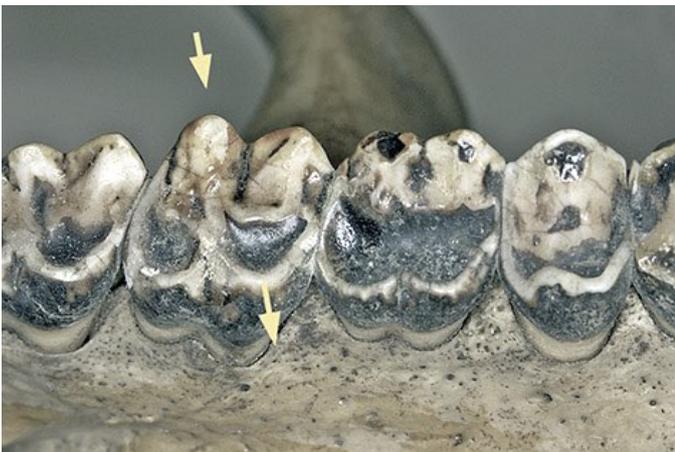


Figure 39: Entrées et sorties dentaires des cycles de mastication droits, chez un autre gorille moins âgé. Sur les cuspidés maxillaires, les versants internes d'entrées de cycles, montrent une attrition significative sur M1, P1 et P2, tandis que les sorties de cycles palatines de M1, présentent un aspect lacunaire et concave résultant d'une forte biocorrosion, ayant suivi une attrition préalable. Ce type d'érosion est également présent sur les sorties de cycle des M2, M3 et P2, P1.

Nous disposons d'un second crâne de gorille dont la forme est sensiblement différente du précédent. Il possède des grandes canines de mâle et une forme de crâne de femelle. Il appartient peut être à une espèce différente. L'observation des dents, montre des guidages transversaux proches du type humain avec une attrition modérée des versants d'entrée de



Figure 40 Cercopitécidé, babouin. Les canines maxillaires sont en appui symétrique sur la racine des P1, partiellement dénudées.

Voir figures 25, 26, même specimen

cycle et une bio-corrosion particulièrement importante sur les versants d'écrasement de sortie de cycle (Figure 39). Leur usure lacunaire de forme concave résulte de l'action conjuguée de composants chimiques du répertoire alimentaire: fruits et aliments contenant de l'acide citrique ou autres. Ce qui montre bien que même un régime frugivore est capable de dégrader les surfaces dentinaires par l'attaque d'acides naturels. Par ailleurs, les 2 gorilles présentent des pathologies infectieuses semblables à celles des humains: plusieurs kystes pour le premier, une fistule mentonnière pour le second.

Nous disposons également d'un crâne de babouin (cercopithécidé) dont l'anatomie occlusale



Figure 41 maxillaire droit



Figure 42: mandibule droite

Figures 41, 42: L'attrition préalable de l'émail a été suivie d'une biocorrosion très importante de la dentine exposée des M1 et M2 mandibulaires et de la M1 maxillaire. Seuls les couples M3 bénéficient encore de guidages fonctionnels équilibrés, coaptés facilement par manipulation.

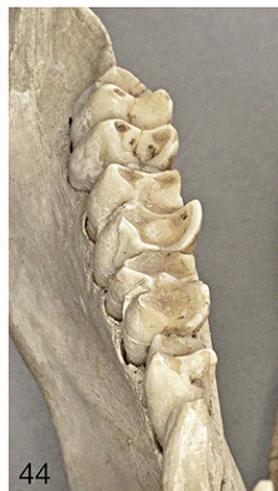


Figure 43, 44: Vue perspective du même côté droit. Le vieillissement du modèle et l'évolution des pertes de substance par attrition/biocorrosion est similaire à celle de l'espèce humaine.

des dents postérieures montre d'une attrition modérée à importante au maxillaire et une destruction presque totale de l'anatomie occlusale des 2 premières molaires mandibulaires, par attrition préalablement à une biocorrosion très importante de la dentine exposée (Figures 40 à 45).

Hormis le lapin domestique, tous les modèles de fonctionnement présentés ci-dessus sont ceux d'animaux vivant à l'état sauvage dans des conditions nutritionnelles naturelles beaucoup plus difficiles que celles des observations rapportées par d'Amico, sur les grands singes de parcs animaliers, dont le régime alimentaire est bien moins abrasif qu'à l'état sauvage, car les aliments y sont lavés et souvent cuits. C'est vraisemblablement pourquoi ils montrent des dégradations occlusales bien moindres qu'en milieu naturel. Les trois cas de simiens documentés montrent clairement qu'une attrition et une biocorrosion importante finissent toujours par atteindre, en fonction du régime alimentaire ou du vieillissement, les singes et grands singes actuels, vivants dans leur milieu naturel. Leur régime frugivore, plus ou moins carnivore, mais certainement en partie herbivore ou folivore, en est responsable. (comme l'indique le chapitre de D'Amico sur leur nutrition, N°1 1958 p. 15). Ils ont la capacité omnivore qu'ils utilisent en fonction des ressources de l'écosystème, dans la nature et en captivité. L'observation de l'attrition et de la bio-corrosion de ces spécimens sauvages indiquent qu'elle est semblable à celle observée dans les lignées humaines primitives et qu'elle n'est pas si extraordinaire que le prétend d'Amico pour les hommes, mais qu'elle est la conséquence de la morphologie complexe et non régénérante, des dents tribosphéniques,

E - ANALYSE GÉNÉRALE DES MODÈLES DE FONCTIONNEMENT

Tous les mammifères très spécialisés bénéficient d'une efficacité fonctionnelle maximale dans les limites de leur modèle de fonctionnement et de leur écosystème, qu'ils ne peuvent généralement pas quitter. Leur modèle est parfaitement identifiable et le plus souvent régénérant. Il fonctionne de façon équilibrée et efficiente, en conservant ses caractéristiques initiales, mais dans un registre alimentaire limité.

Les hominidés et l'homme ont également un modèle de fonctionnement parfaitement identifiable chez les jeunes adultes dont l'anatomie dentaire est intègre et il fonctionne en mastication unilatérale, généralement alternée, sans contact du côté non mastiquant. C'est un point d'accord très clair avec D'Amico (1958 N°6 P199). Mais c'est un modèle non régénérant et au fur et à mesure de la dégradation de l'anatomie occlusale par usure et biocorrosion, il perd progressivement ses caractéristiques originelles, et une part importante de son efficacité. Dans ces conditions, il existe souvent des contacts du côté non mastiquant. Mais ce mode de fonctionnement adaptatif et personnalisé n'a que très peu de points communs avec le modèle naturel initial et son efficacité optimale.

C'est peut être un inconvénient des modèles généralistes omnivores à dents tribosphéniques dont les faces occlusales trop complexes ne peuvent pas se régénérer correctement de façon simple et perdent progressivement par usure leurs caractéristiques et leur efficacité. Alors que les modèles spécialisés la conservent par croissance continue, ou remplacement des dents. La question se pose. Mais la réponse est déjà donnée par les articles traitant de la résolution des occlusions en bout à bout incisif, chez les aborigènes australiens par Jones (D'Amico 1958 N°4 et N°5). Les enfants élevés dans leur milieu ancestral avec un régime alimentaire extrêmement

abrasif, même après cuisson, présentent une attrition rapide de leurs faces occlusales. Alors que ceux élevés avec une nourriture occidentale bien nettoyée des particules abrasives externes et une alimentation végétale mieux cuite et plus molle, réduisant l'attrition par les abrasifs internes, montrent une usure dentaire bien plus tardive et conservent le recouvrement incisif. La démonstration pour le bout à bout vaut également pour les guidages molaires de mastication qui conservent beaucoup plus longtemps, qu'autrefois, leur anatomie fonctionnelle. Le contexte a encore évolué, car les techniques de collage, non mutilantes et fiables, permettent à présent la restauration aisée des volumes fonctionnels perdus.

A partir de l'historique du modèle naturel de déglutition et de mastication humain déjà développé, nous allons donc faire un point actualisé des caractéristiques et de la cinétique fonctionnelle de ce modèle, observées sur de jeunes adultes. C'est un préalable indispensable, susceptible de donner des indications précises sur la façon de faire le diagnostic et sur les objectifs thérapeutiques à atteindre, en fonction de la situation et de l'importance des volumes fonctionnels à reconstruire.

L'HOMME ACTUEL: CARACTÉRISTIQUES

Chapitre 5

A- RELATION MANDIBULO-MAXILLAIRE RMM

Ce sont les dents et les articulations qui supportent les relations de la mandibule avec le massif cranio-facial. La croissance de l'appareil manducateur se réalise progressivement par une interaction entre les déterminants génétiques et les stimulations fonctionnelles, d'abord de la déglutition, puis de la mastication.

Où et comment situer l'Occlusion d'Intercuspitation Maximale (OIM) qui est la position naturelle de référence clinique, autour de laquelle la mastication sera organisée? Ce choix doit se faire en accord avec la physiologie de l'étage inférieur de la face et de l'appareil manducateur, ce qui n'a pas toujours été le cas.

L'introduction de la Relation Centrée articulaire dans les années 1930 (Mc Collum 1939), a marqué le début d'une époque mécaniste, avec la définition d'un axe charnière articulaire et la conception d'articulateurs mécaniques de plus en plus complexes, qui a suivi. Ces articulateurs étaient censés être des reproducteurs fidèles des rapports d'occlusion et de la cinétique mandibulaire et articulaire, à partir de la RC (Figures 17,18,19). Une partie de la terminologie et du rédactionnel de cette époque paraît aujourd'hui obsolète et baroque, comme les affirmations suivantes évoquant: "[Le réflexe de relation centrée](#)" qui serait contrôlé par les récepteurs musculaires et les mécano-récepteurs parodontaux, ou "[Les limites antéro-postérieures de la relation centrée](#)", qui seraient d'abord définies par les incisives temporaires. (d'Amico 1958 N°6 p199), ou encore des démonstrations incomplètes dans leur formulation et/ou non fondées: "On ne peut pas être en désaccord avec l'explication de Moyer sur les réflexes neuro-musculaires, et nous ne pouvons pas non plus être en désaccord avec ses déductions sur la façon dont la relation centrée de la mandibule a été établie pour la première fois". (d'Amico 1958 /Moyers,1955.p199).

Cependant, la position de la langue et la déglutition, qui sont les principaux déterminants initiaux de la posture mandibulaire et de la relation mandibulo-maxillaire, sont totalement absentes de la réflexion. Alors qu'elles auraient dû servir de fondement à la définition de la position de référence, (Figures 45,46), en y associant d'abord le rôle des afférences proprioceptives de la région articulaire, complétées par celles du parodonte lors de l'émergence progressive des dents et de la finalisation de la forme des ATM. La conformation des articulations résulte donc des influences complémentaires de la posture de déglutition et de la cinétique de mastication imposée par les dents, dans le cadre des déterminants génétiques.

Plus tard, en OIM et lors de la mastication, ces mêmes mécanorécepteurs vont permettre aux cycles de décrire leur enveloppe limite optimale, ou pourront déclencher des mécanismes d'évitement en cas d'excès ou d'insuffisance du guidage molaire (Anderson et coll. 1970,

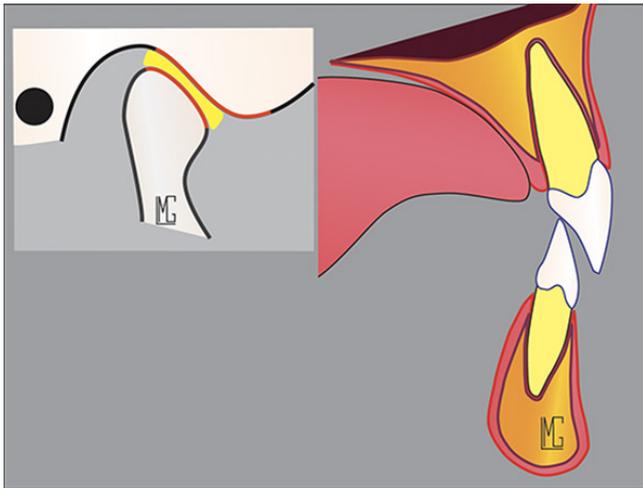


Figure 45

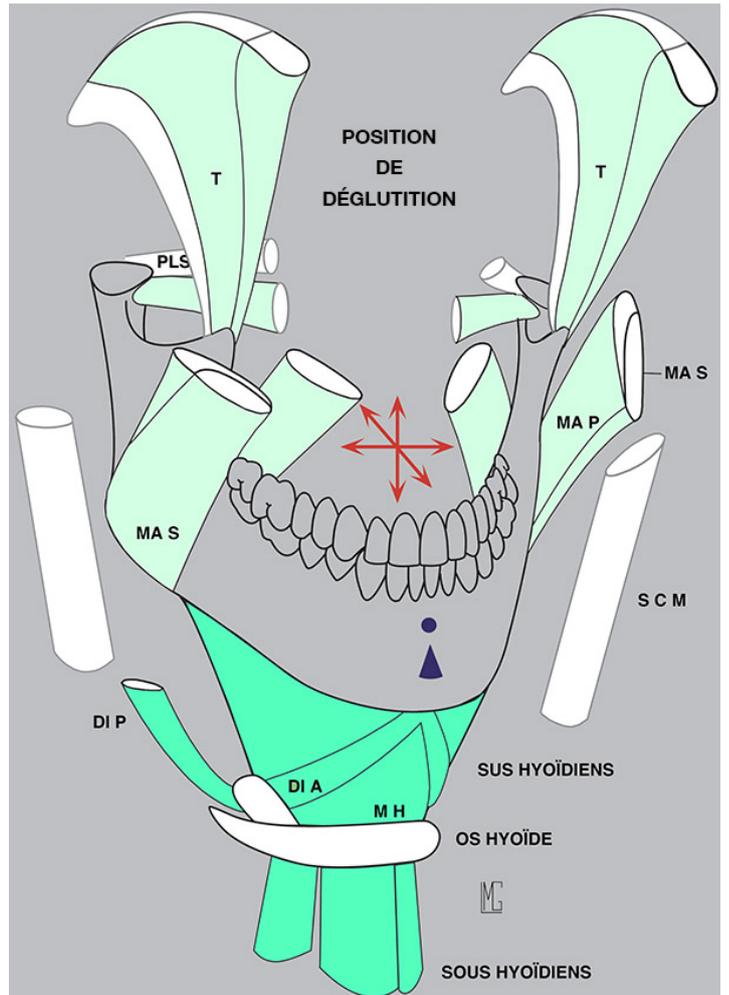


Figure 46

Figure 45, 46 : Posture linguale: Schéma illustrant l'influence de la bonne posture linguale (haute, centrée en appui antérieur, au niveau de la papille médiane maxillaire) sur la position optimale des muscles de l'oropharynx, des muscles élévateurs et donc de la mandibule avant la déglutition.

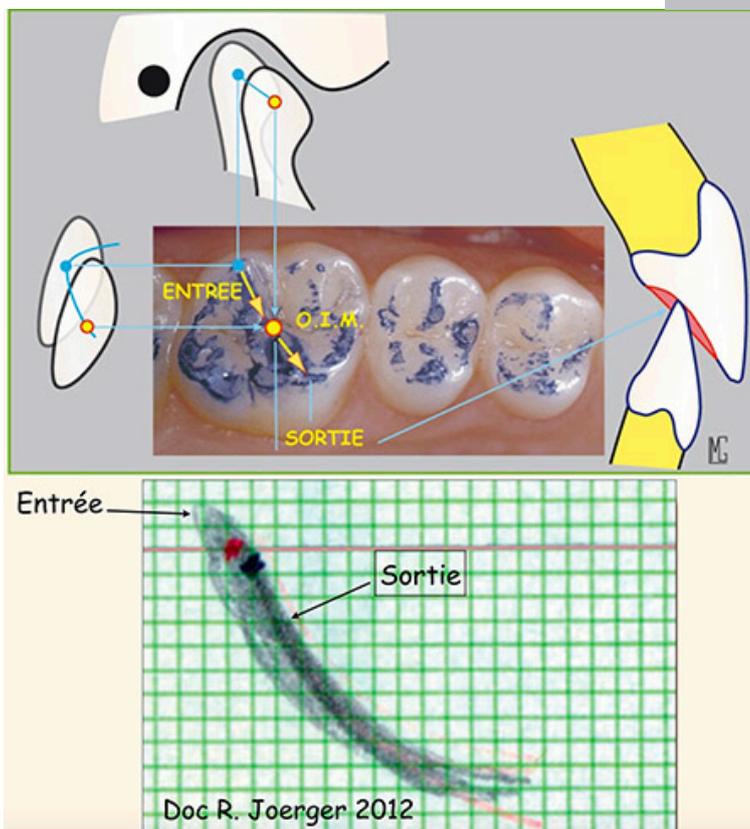


Figure 47: Axiographie de mastication. L'enregistrement des cycles indique clairement que la cinétique d'entrée de cycle a besoin d'un jeu fonctionnel en arrière de l'OIM (de déglutition). Lors de l'entrée de cycle, la mandibule vient d'une position latérale et postérieure à l'OIM. Elle glisse en avant et en diagonale vers l'OIM. Les faces occlusales inférieures se rapprochent progressivement des supérieures. Ce mouvement se réalise dans une enveloppe limite de guidage nécessaire à la mastication qui est située en arrière de l'OIM et qui doit être respectée. Ce qui n'est pas le cas des différents concept de RC proposées qui sont tous situées au sein de cette enveloppe et en réduisent plus ou moins l'amplitude en fonction de la position plus ou moins postérieure retenue pour la RC. Alors que l'occlusion naturelle de déglutition est antérieure et respecte l'intégrité de cette enveloppe fonctionnelle.

Johnsen et Trulsson. 2003a p1486)). afin de:

- protéger les surfaces articulaires, qui sont incapables de supporter les contraintes
- et d'éviter les fractures dentaires en présence de corps étrangers du bol alimentaire.

La morphogenèse cervico-faciale est complexe, et l'anatomie des surfaces articulaires temporales et mandibulaires va se différencier jusqu'à l'âge adulte. La croissance des ATM est influencée dès la naissance par la croissance maxillo-faciale et cervicale et tout particulièrement par les interactions musculaires fonctionnelles de la cavité orale. Les premières à s'installer dépendent de la respiration et de la déglutition. A la naissance la déglutition, déjà établie in utero, assure immédiatement son rôle dans la fonction de nutrition, qui est limitée au début à la tétée et la succion. La langue est alors en position basse et interposée entre les arcades lors de la déglutition. Comme "Seule la position posturale (repos) est constamment observée avant l'éruption des dents" (Moyers 1955 cité par d'Amico 1958 N°6 p198), à ce stade c'est donc la position antérieure de la langue qui permet à la mandibule de se caler sur elle pendant la déglutition. D'Amico ajoute que "La position posturale (repos) est facilement enregistrée chez le nouveau-né, mais les efforts répétés pour localiser la relation centrée ont échoué jusqu'à l'âge où l'occlusion primaire s'est établie".(d'Amico 1958 N°6 p198).

Plus tard, la langue montera contre le palais et le calage de la mandibule pendant la déglutition s'effectuera sur les dents postérieures. Sa fréquence journalière élevée (+de 1000 fois par jour) et les stimulations fonctionnelles constamment répétées qu'elle provoque, entre-autres au niveau articulaire, permettent l'installation progressive, pendant la croissance d'une corrélation anatomique directe entre l'OIM et la position articulaire de déglutition (Le Gall et coll. 2010).

"La relation centrée est établie au cours des premières étapes de la dentition primaire...Au début, la relation centrée et l'occlusion centrée sont identiques" (Moyers 1955, d'Amico 1958 N°6 p198). Dans les premières années de la vie, avant la mise en occlusion des dents lactéales, RC et OIM sont donc confondues et accordées avec la posture de déglutition. Plus tard, chez environ 98% des adultes (Posselt 1968, Joerger 2005) la RC sera postérieure à l'OIM.

Or sur les enregistrement axiographiques de la mastication adulte, il apparaît des informations importantes de guidage d'entrée de cycle de mastication en arrière de l'OIM (Fig 47 Joerger 2012). On peut donc raisonnablement émettre l'hypothèse que la différenciation entre la position occlusale de déglutition et celle de RC, résulterait des adaptations fonctionnelles imposée par la mise en place progressive de la mastication, d'abord sur les dents lactéales peu canalisantes, puis sur les M1 définitives, dont les rails occlusaux directifs ont une orientation plus diagonale. En d'autres termes cela signifie que, la ou les RC seraient des positions manipulées inventées, dont la définition et la situation ont plusieurs fois changées, situées quelque part dans l'enveloppe limite de guidage postérieure à l'OIM, nécessaire à l'entrée de cycle de mastication. La position de référence depuis la naissance restant la posture physiologique de repos qui conduit à une position d'appui stable et équilibrée de la mandibule, permettant la déglutition. C'est la définition fonctionnelle de l'OIM.

Dans un premier temps l'articulation se développe dans le sens de la fonction, qui est essentiellement sagittale. Elle atteint sa dimension antéro-postérieure adulte vers 5 ans. A la fin

de l'émergence des dents lactéales, l'éminence articulaire atteint plus ou moins 45% de sa valeur de fin de croissance (Katsavrias 2002). Dans un deuxième temps, avec l'installation de la mastication primaire, puis surtout la mastication adulte sur les premières molaires, la dimension transversale de la fosse glénoïde va être multipliée par 2,5 entre 5-6 ans et l'âge adulte (Nickel 1988). La conformation de la cavité glénoïde se finalise dans ces conditions. Le rôle et la position de la langue sont essentiels à une déglutition physiologique (Fontenelle et Woda in Chateau 1993; Bonnet 1992, 1993, 2010 ; Fournier in Chauvois et coll.1991).

Si la croissance crânienne initiale, la posture linguale et la déglutition sont physiologiques, les couples de premières molaires se positionnent généralement en occlusion de classe 1 (Deffez M.J. 2010) et supportent le calage de la déglutition en équilibre neuro-musculaire. La tête articulaire se trouve alors dans une position d'équilibre, autour de laquelle l'anatomie de la fosse temporale va progressivement faire sa croissance et trouver son équilibre adulte, en fonction des sollicitations fonctionnelles. Depuis la naissance, la relation articulaire et plus tard le calage occlusal en OIM sont donc directement liés à la position de déglutition (autour de laquelle s'organisera la mastication) et non pas à des concepts géométriques imaginés sur les premières tomographies des ATM et les articulateurs mécaniques.

Les enregistrements axiographiques des cycles de mastication (Joerger:2005, 2012 Figure 47) montrent clairement que la mastication est organisée autour de position de calage de la déglutition. Ils montrent également que la cinétique d'entrée de cycle, côté mastiquant, se réalise en arrière de l'OIM. La première partie du cycle a besoin d'un jeu fonctionnel postérieur pour s'exprimer. Lors de l'entrée de cycle, la mandibule vient d'une position latérale et postérieure. Depuis cette position arrière limite, la M1 mandibulaire, glisse en avant et en diagonale vers l'OIM sur la première partie du rail, qui passe ensuite par le pont d'émail de M1 maxillaire. La cinétique de l'entrée de cycle, avec aliments interposés, se réalise au sein de cette enveloppe limite de guidage, postérieure à l'OIM et qui doit être respectée. Ce qui n'est pas le cas des différents concepts de RC, qui ont tous été situés au sein de cette enveloppe. Ils en réduisent d'autant plus l'amplitude que la position retenue est plus postérieure, ce qui dépend de la force de manipulation, de l'opérateur et du concept. Alors que l'occlusion naturelle de déglutition, est plus antérieure et respecte cette enveloppe fonctionnelle postérieure.

Après une légère inflexion antérieure sur le pont d'émail (en forme de virgule), la cinétique diagonale se poursuit, en suivant la deuxième partie du rail située sur les tables de sortie de cycles, en avant de l'OIM.

Le rôle et la position de la langue sont déterminants. En effet **chez l'enfant, les postures linguales atypiques ou inexactes sont, de façon constante, associées à des dysmorphoses** (Deffez et coll. 1995). Les troubles de la position et du volume lingual, les dyskinésies, ont donc une incidence directe sur la croissance et la forme des maxillaires avec un risque d'insuffisance du développement transversal, postéro-antérieur, vertical et des rapports d'occlusion qui ne permettront pas une déglutition et une mastication optimale. Les insuffisances faciales se traduisant au niveau des dents par un mauvais appariage des relations occlusales (classe 2, Classe 3, béances etc...) dont les conséquences cliniques seront des

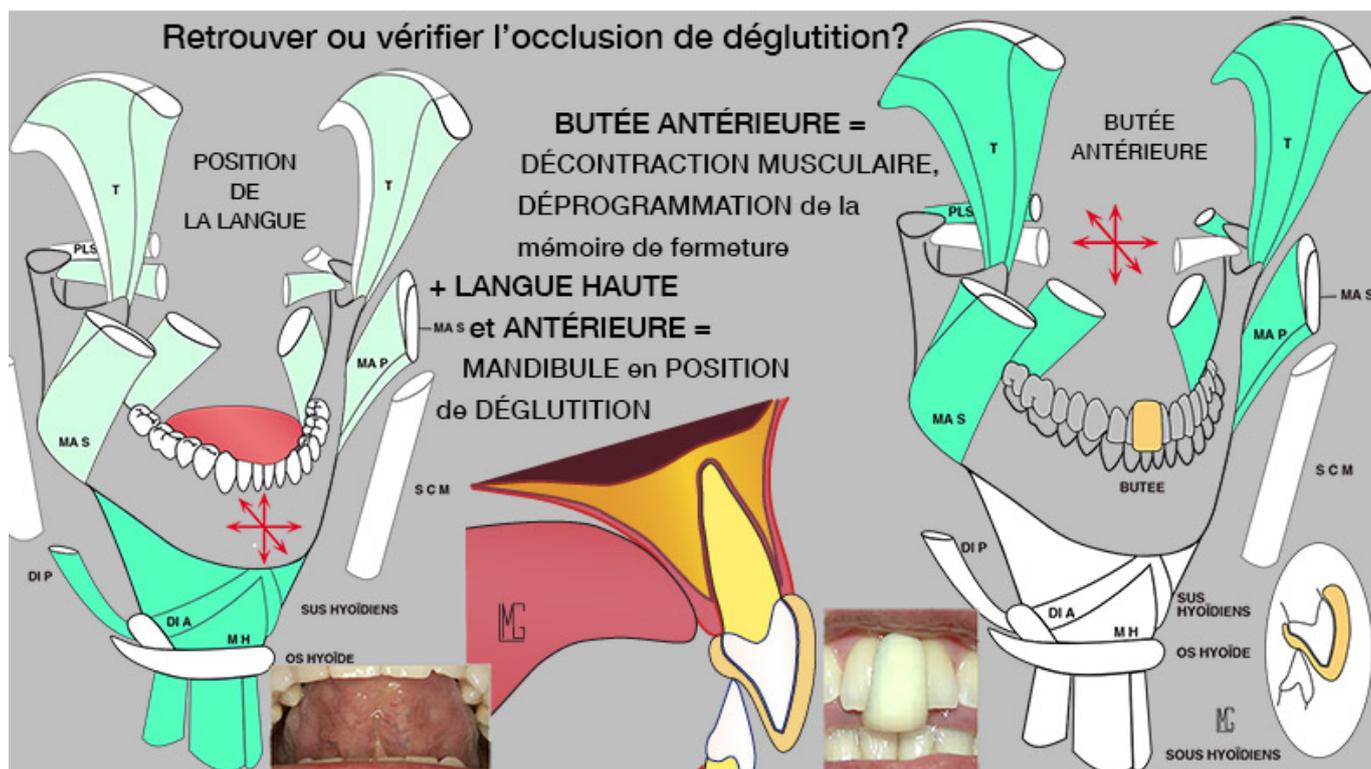


Figure 48: Comment trouver cliniquement la posture de déglutition de la mandibule et comment la coordonner avec l'OIM? Un protocole clinique est proposé ci-dessus.

En l'absence d'interférence posturale générale, l'association simultanée de deux protocoles déjà utilisés séparément, met la mandibule en conditions de déglutition et donne sa posture optimale qui permet de trouver et d'équilibrer l'occlusion de déglutition (OIM), de façon autodéterminée et répétitive (le Gall et Coll 2010):

- le port d'une butée antérieure qui permet la décontraction des muscles élévateurs et la déprogrammation de la mémoire de fermeture (Le Guern 1987),
- le maintien de la pointe de la langue en position haute et antérieure qui met la mandibule en position de déglutition (position utilisée en rééducation de la langue et de la déglutition),

cycles souvent verticaux et/ou tronqués d'une partie de leur enveloppe et de leur efficacité optimale, par incoordination du guidage des dents postérieures.

En ODF, les écoles fonctionnelles (Bonnet 1992, 1993, 2010, Deshayes 2010) et les techniques de rééducation des fonctions orales (Fournier in Chauvois et coll. 1991; Deffez et coll. 1995) insistent beaucoup, lors du traitement des déglutitions atypiques chez l'enfant, sur les méthodes de symétrisation précoce (Deshayes 2010) et de repositionnement lingual, afin de prévenir les conséquences pathologiques, par une réorientation précoce de la croissance.

Déglutition en O.I.M.: protocole et équilibrage

Les contacts occlusaux obtenus lors de la déglutition donnent donc la position naturelle d'O.I.M. (Figure 45,46,47).

Comment trouver cette position en clinique et être sûr de sa localisation optimale? Il existe des méthodes instrumentales faisant appel à des techniques de bio-feedback, de décontraction musculaire, d'axiographie ou autres, capables d'obtenir ce résultat, (comme la version actuelle du

kinesiographe ou Myo-Monitor® de Jankelson 1972, ou le Zébris®-gnathographe etc.). Cependant l'évolution rapide des techniques, les manipulations chronophages et les risques d'erreurs possibles, comme le coût du matériel rendent encore leur utilisation peu réaliste en clinique habituelle.

Un protocole clinique simple, rapide, fiable et répétitif permettant de vérifier et / ou de retrouver la concordance entre l'O.I.M. et la déglutition naturelle a été décrit. (Le Gall et col. 2010).

Il propose l'association de deux techniques déjà utilisées de façon indépendante, qui permettent au patient de retrouver seul et avec précision sa position naturelle de déglutition et de la coordonner à l'OIM (Figure 48):

"... le port quelques minutes d'une butée antérieure modifiée, interposée entre les incisives maxillaires et mandibulaires, avec un seul point de contact médian, qui est déjà utilisée pour rechercher la RMM" (Lucia 1964, Le Guern 1987). "...mais la face palatine de cette butée a été modifiée et rendue neutre pour ne provoquer aucune action de déplacement antéro-postérieure et transversale de la mandibule." (Le Gall et Coll 2010).

-"associé au positionnement optimal de la pointe de la langue, appuyée contre la partie antérieure du palais, tel qu'il existe pendant la déglutition et qu'il est utilisé pour la rééducation de la posture linguale" (Le Gall et Coll 2010, Le Gall et Lauret 2011, Le Gall 2013).

Cette butée a une action décontractante sur les muscles élévateurs et déprogramme en quelques minutes, les engrammes d'adaptation pouvant exister en présence de malocclusions, alors que parallèlement la posture de la langue met la mandibule en position de déglutition. Dans ces conditions la fermeture donne la position de déglutition équilibrée, de façon répétitive.

Les protocoles cliniques sont accessibles dans les articles référés ou sur le site internet: www.mastication-ppp.net ou directement sur des vidéos cliniques YouTube suivantes: https://youtu.be/E6e5sFx_GGc <https://youtu.be/85slx25-mCw> .

B- MORPHOLOGIE ET CINÉTIQUE DES DENTS ET DES ATM

Les travaux de Lundeen et Gibbs sur le Replicator (1982) constituent une rupture et un apport fondamental pour l'observation des déplacements de la mandibule pendant les mouvements fonctionnels: mastication et incision. L'introduction de l'électrognathographie par Lewin en 1985 a permis d'objectiver, de façon plus simple, les mouvements fonctionnels de la mastication et suscité des études complémentaires, comme par exemple celles de: Mongini et coll. en 1985, Pröschel en 1987, sur la classification et l'interprétation des cycles, Nishio et Coll en 1988, Lauret et Le Gall de 1994 à 2016. Le Gall et Lauret ont montré la différence clinique entre un mouvement de latéralité et un cycle de mastication centripète (Figures 58,59,60) et l'incidence du guidage dentaire sur la forme d'un cycle, qui peut être modifiée en optimisant l'anatomie occlusale et les guidages des dents postérieures par addition (Figure 74) (Le Gall et Lauret 1998). Ils ont également décrit les rails de guidages de mastication sur les faces occlusales des couples de premières molaires humaines (Le Gall et Lauret 2011, Site

www.mastication-ppp.net) et leur parenté anatomique avec ceux observés dans la lignée humaine depuis plus de 32 Ma.

L'appareil dento-articulaire de l'homme possède trois degrés de liberté permettant l'ouverture, la fermeture, les mouvements antéro-postérieurs et transversaux. Les arcades de l'homme actuel sont de forme *arrondies* avec des molaires cuspidées polyvalentes, capables de s'adapter à la mastication de tous les types de nourritures, sous la gestion d'un centre cérébral qui détermine l'action musculaire. La bonne coaptation des surfaces articulaires, lors des multiples mouvements réalisés en cinématique humaine, est assurée par l'interposition d'un appareil capsulo-discal complexe.

1. Incisives

Les incisives guident le mouvement de proclulsion, parfois avec les canines, mais sans contacts postérieurs, sauf lors des béances. Les incisives réalisent la préhension du bolus et guident habituellement l'incision, par un mouvement rétro-ascendant des incisives mandibulaires, qui permet la sélection et l'introduction du bol alimentaire dans la cavité orale (Figure 49,50,51). Elles sont alors très souvent associées aux canines et à des guidages d'accompagnement, non dominants, par les dents postérieures. En complément, la relation dynamique d'incision donne aux dents antérieures une capacité de rongement, mais limitée par le risque d'usure.

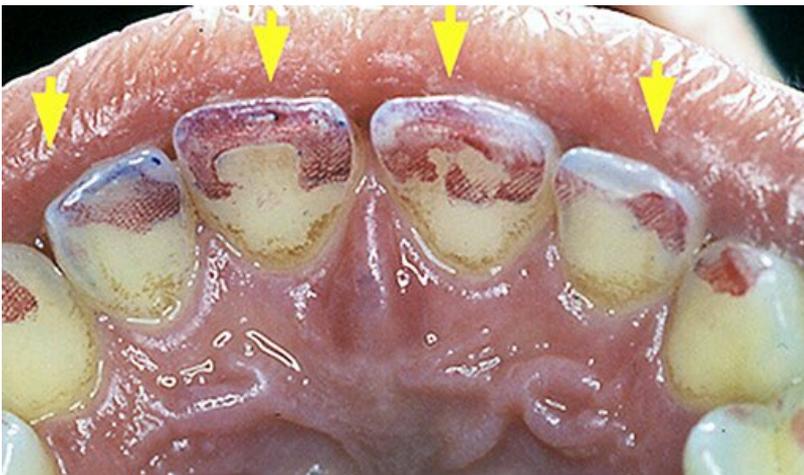


Fig 49

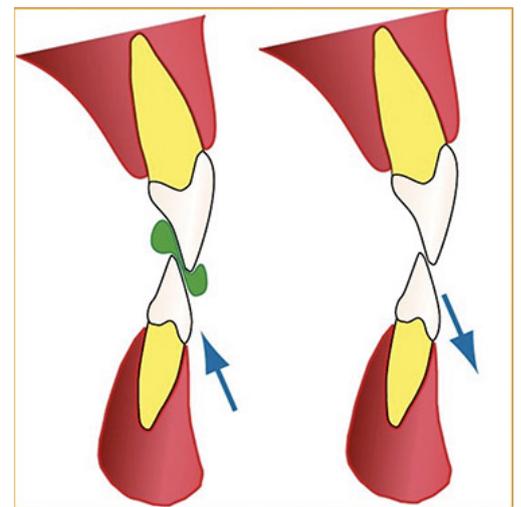


Fig 50

Figure 49, 50: L'incision se réalise sous l'action symétrique des faisceaux musculaires élévateurs/rétropulseurs, alors que la propulsion se réalise sous l'action conjuguée des Ptérygoïdiens Latéraux inférieurs (abaisseurs/propulseurs)

Le mouvement d'incision a une orientation centripète. Le mouvement de proclulsion habituellement demandé au patient pour vérifier l'équilibre occlusal antérieur, a une orientation inverse, avec un recrutement musculaire totalement différent (Figure 51). Lors de la simulation du mouvement de proclulsion, seuls des guidages antérieurs sont observés, alors que, les guidages antérieurs d'incision, sont presque toujours accompagnés de guidages postérieurs bilatéraux équilibrés et non dominants.

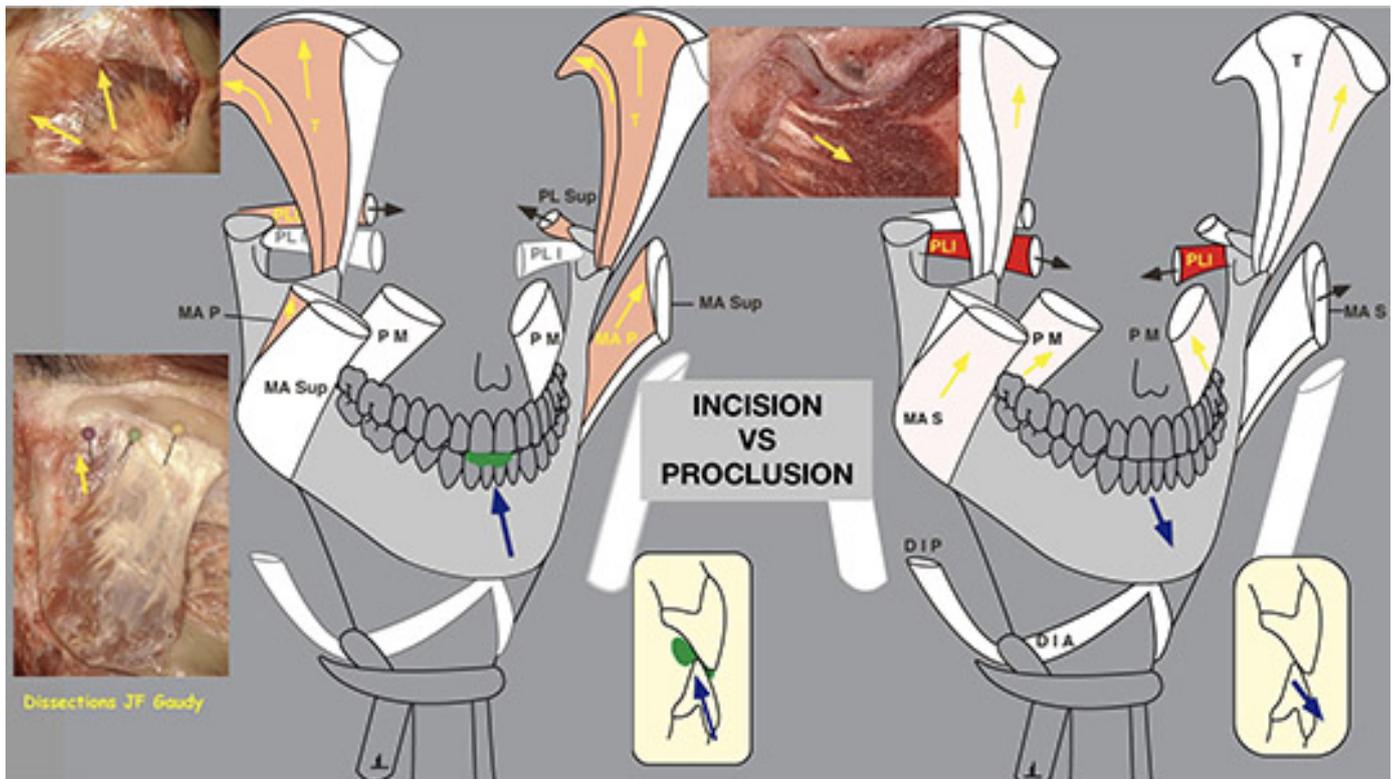


Figure 51: Les mouvements de proclusion et d'incision sont d'orientation inverse. Les muscles en action sont symétriques mais totalement différents et d'action opposée:

- les ptérygoïdien latéraux inférieurs qui sont abaisseurs et propulseurs, pendant le mouvement de proclusion, avec une action légère des élévateurs pour maintenir les contacts antérieurs
- les faisceaux élévateurs à composante rétropulsive (Masseter Profonds, Temporaux Postérieurs et moyens) pour réaliser l'incision.

De plus, lors des sorties de cycles masticatoires, en légère anté-position de la mandibule, la cinématique transversale des bords libres incisifs inférieurs, trouve son équilibre fonctionnel dans sa bonne coordination avec la forme de la concavité palatine des incisives maxillaires (Figure 73). Dans les descriptions de d'Amico le rôle fonctionnel naturellement dévolu aux incisives est attribué aux canines toujours dans le même concept théorique simpliste de protection canine (D'Amico1958 N°6 P200, N°7 P240).`

2. Prémolaires, molaires et canines

La description qui suit, est celle d'un cycle de mastication type, d'orientation centripète, chez un jeune adulte, en occlusion de classe 1 d'Angle, possédant tout son capital de guidage et concerne l'un des derniers cycles, avant la déglutition (Lauret et Le Gall,1994,1996). Il décrit l'enveloppe-limite circonscrite par les guidages occlusaux fonctionnels. La plupart des cycles précédents, avec aliments interposés, se situent à l'intérieur de cette enveloppe-limite.

Du côté mastiquant, pendant l'entrée de cycle (figures 52 et 53), les versants internes des cuspidés vestibulaires maxillaires de M1, glissent contre des supports externes opposés. Simultanément, les versants internes des cuspidés disto-linguales mandibulaires de M1 glissent contre des supports palatins externes. Ce double glissement simultané et stabilisant

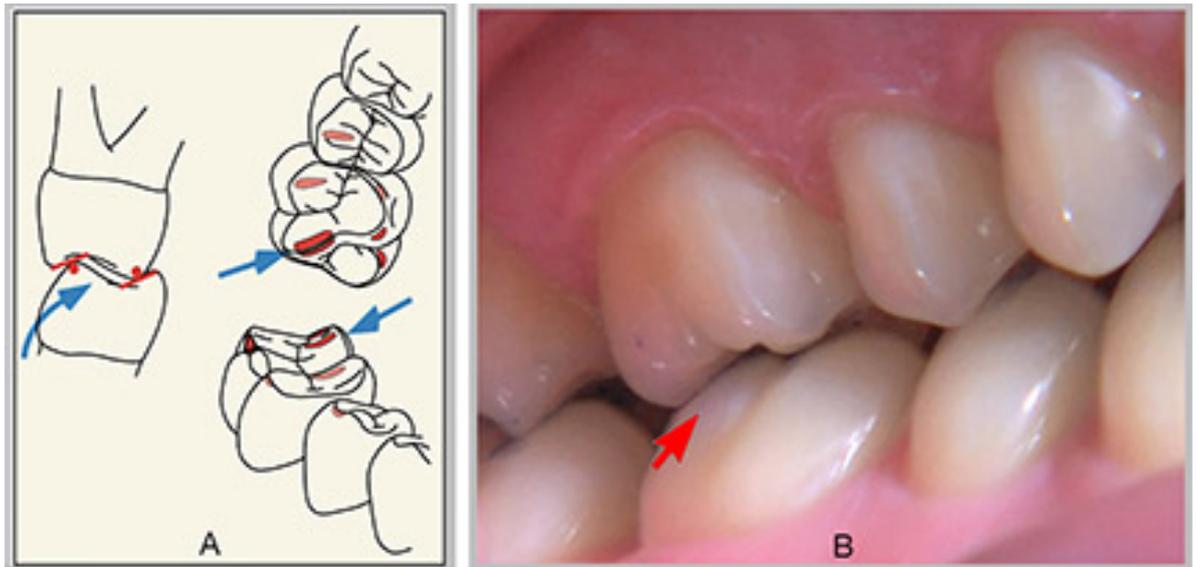


Figure 52a,b: Entrée de cycle: visionner une vidéo à l'adresse Youtube suivante:
<https://youtu.be/evZqkLsxzOY>

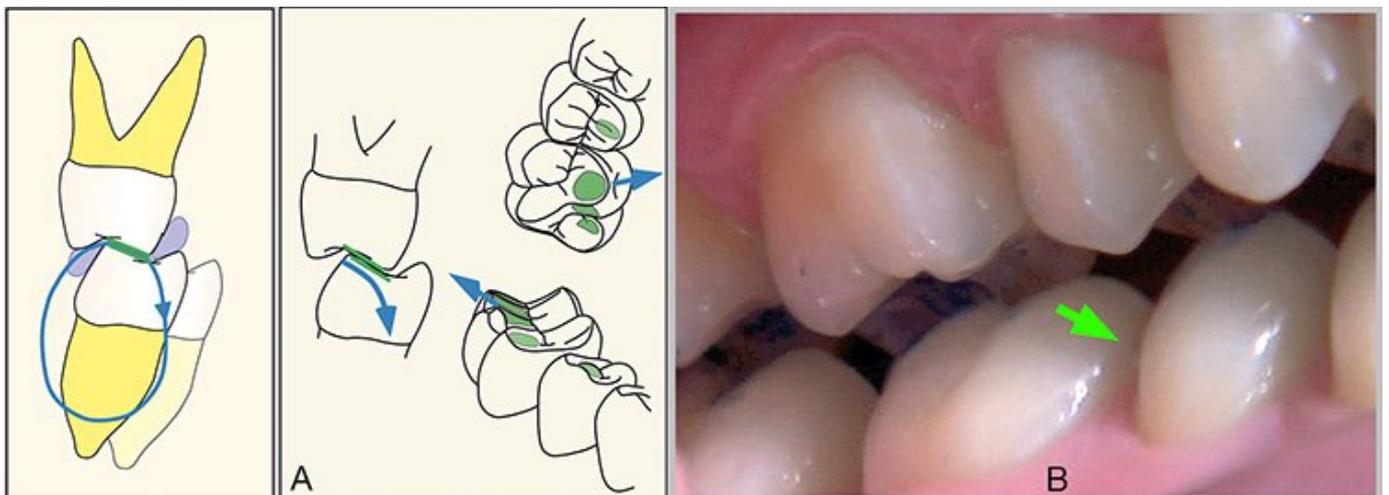


Figure 53a b Sortie de cycle: visionner la vidéo précédente et la suivante à l'adresse suivante:
<https://youtu.be/3UdTX2Pzxiv>

dirige la mandibule vers l'OIM dont le passage marque le début de la sortie de cycle, pendant laquelle les pentes internes des cuspidés vestibulaires mandibulaires glissent contre les versants internes des cuspidés palatines maxillaires (Figures 52 à 55).

La mandibule effectue un déplacement centripète. Cependant l'analyse du mouvement relatif de deux dents, glissant l'une contre l'autre, indique que les facettes de guidage inférieures se lisent en sens inverse du mouvement de la mandibule:

- Au maxillaire fixe, la lecture des facettes de guidage se fait depuis le côté vestibulaire, vers l'intérieur, dans le sens de déplacement de la mandibule.
- Tandis que la lecture des facettes de guidage mandibulaires se fait depuis le côté lingual, vers l'extérieur, en sens inverse du déplacement de la mandibule. Voir la vidéo YouTube suivante:
<https://youtu.be/evZgkLsxzOY>



Figure 54 Tracé des lignes directrices du guidage occlusal des cycles de mastication. Le rail de guidage principal, part de la pointe de la cuspide disto-vestibulaire et se termine, côté palatin, sur la pointe de la cuspide mésio-palatine.

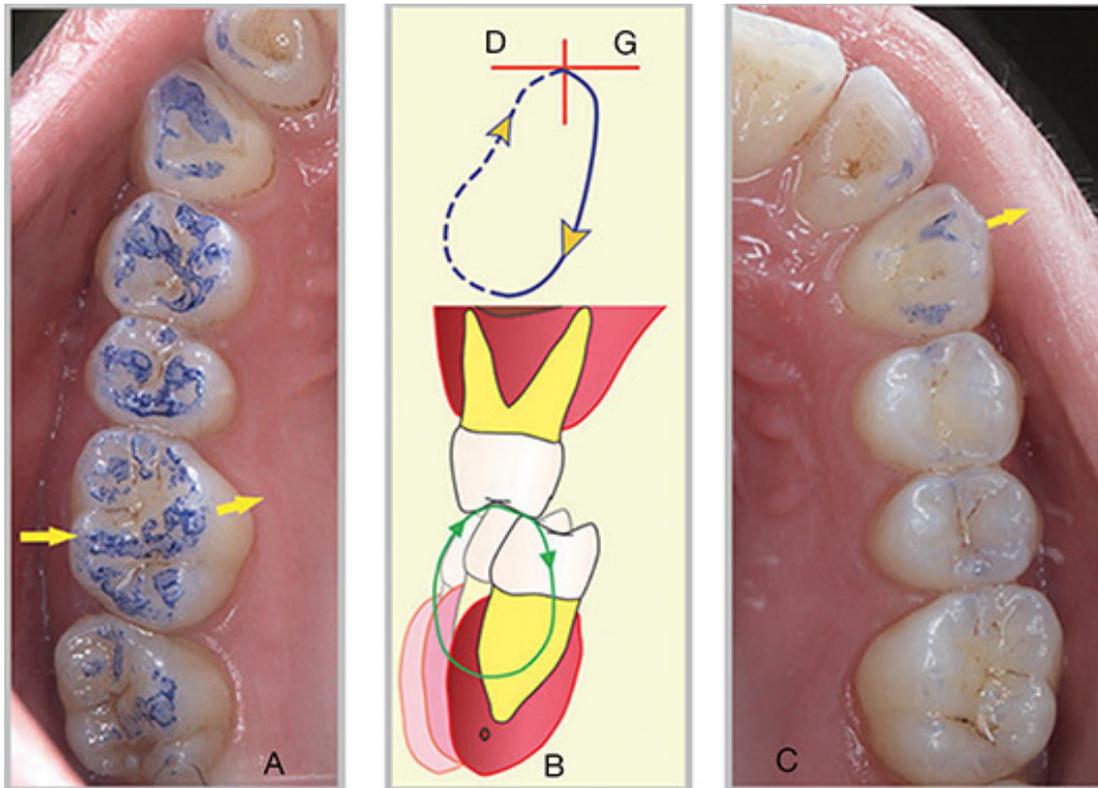


Fig. 55 A, B: Vue occlusale des guidages maxillaire, pour une mastication du côté droit, chez une jeune femme de 28 ans. L'enveloppe limite de mastication est déterminée par l'anatomie occlusale des dents et leurs rapports d'occlusion dynamique. Dans ce cas l'équilibre fonctionnel de mastication est optimal et la fonction groupe de guidages coordonnés, concerne toutes l'étendue des faces occlusales, du côté mastiquant. 55C: Lors de la sortie de cycle, après le passage de l'OIM, l'inflexion mésiale de l'orientation du pont d'émail, situe la mandibule en légère antéposition, c'est pourquoi il existe un ou plusieurs contacts au niveau de la canine du côté non mastiquant. Ce contact est physiologique. Il joue un rôle mécanique et surtout proprioceptif dans le contrôle de l'amplitude de la sortie de cycle et du déclenchement de l'ouverture, qui commence le cycle suivant.

Cependant il ne s'agit pas d'un simple glissement entre deux surfaces congruentes. En effet, sur les faces occlusales des premières molaires, il existe des rails de guidage transversaux en orientation plus ou moins diagonale et de section triangulaire (Le Gall et Lauret, 2011), qui canalisent les déplacements des dents pendant la mastication. Le rail le plus important et le plus facilement identifiable est situé sur la première molaire maxillaire (Figures 52,53, 54A). En entrée de cycle, ce rail part de la pointe de la cuspide disto-vestibulaire de M1 maxillaire, passe par le pont d'émail qui guide le passage de l'O.I.M. et se termine, en sortie de cycle, sur la partie distale de la cuspide mésio-palatine, à la limite de la table occlusale (Figures 54B, 69,70,71).

La section triangulaire de ce rail de guidage est finement apparié avec sa structure de réception antagoniste, en forme de V, située entre les cuspides 3 et 5 de M1 mandibulaire, sur leurs versants externes et internes (Figure 67). Ce rail canalise le mouvement:

En entrée de cycle, par 2 appuis externes entre lesquelles coulisser le rail du versant interne de la cuspide disto-vestibulaire maxillaire. Ce rail vestibulaire est équilibré côté lingual par un rail simultanément mais inversé, car situé sur le versant interne de la cuspide disto-linguale mandibulaire et glissant dans le V situé entre les versants externes des 2 cuspides palatines de M1 (Figures 69,70, 71).

Puis lors du passage de l'OIM, il marque une inflexion mésiale, sur le pont d'émail qui, à ce moment, est la seule structure de guidage active entre les cuspides 3 et 5 de M1. Pour terminer son guidage directif, en sortie de cycle, entre les versants internes des cuspides mésio-palatine supérieure et disto-vestibulaire inférieure.

Le rail principal maxillaire est doublé à la mandibule, par un second rail en V inversé, accolé au premier. Il part de la pointe de la cuspide disto-linguale de M1. Ce second rail est parallèle au rail maxillaire, mais sans pont d'émail. Il est parfois peu visible au départ, mais il se conforte progressivement, avec l'usure des faces occlusales (Figures 69a, 69b).

Ces rails bénéficient d'une coordination optimale en occlusion de classe 1. Ce double rail jumelé donne à la sortie de cycle une configuration à contre-point très directive, un peu semblable à celle des herbivores, mais plus complexe, car non linéaire et en forme de virgule. (Figure 70).

Des guidages dentaires peuvent également exister sur les cuspides mésiales des premières molaires. Ils sont moins constants et dépendent de la taille relative de la M1 maxillaire et mandibulaire, et ils sont rarement canalisants.

Les guidages des dents postérieures sont accompagnés en entrée de cycle, par un glissement, sur le versant interne de la canine maxillaire homolatérale.

Lors de l'entrée de cycle, il n'y a pas de contacts, du côté non mastiquant, mais lors de la sortie de cycle, il en existe un sur le versant interne de la canine maxillaire contro-latérale ou de ses voisines. Ce contact, est dû à la légère antéposition de la mandibule à ce moment. Il assure la limitation transversale physique et proprioceptive du cycle et provoque son ouverture (Figure 55a).

L'orientation mésiale de l'axe de la première molaire maxillaire, ainsi que la proéminence constante de sa cuspide disto-vestibulaire (souvent non reproduite dans les manuels

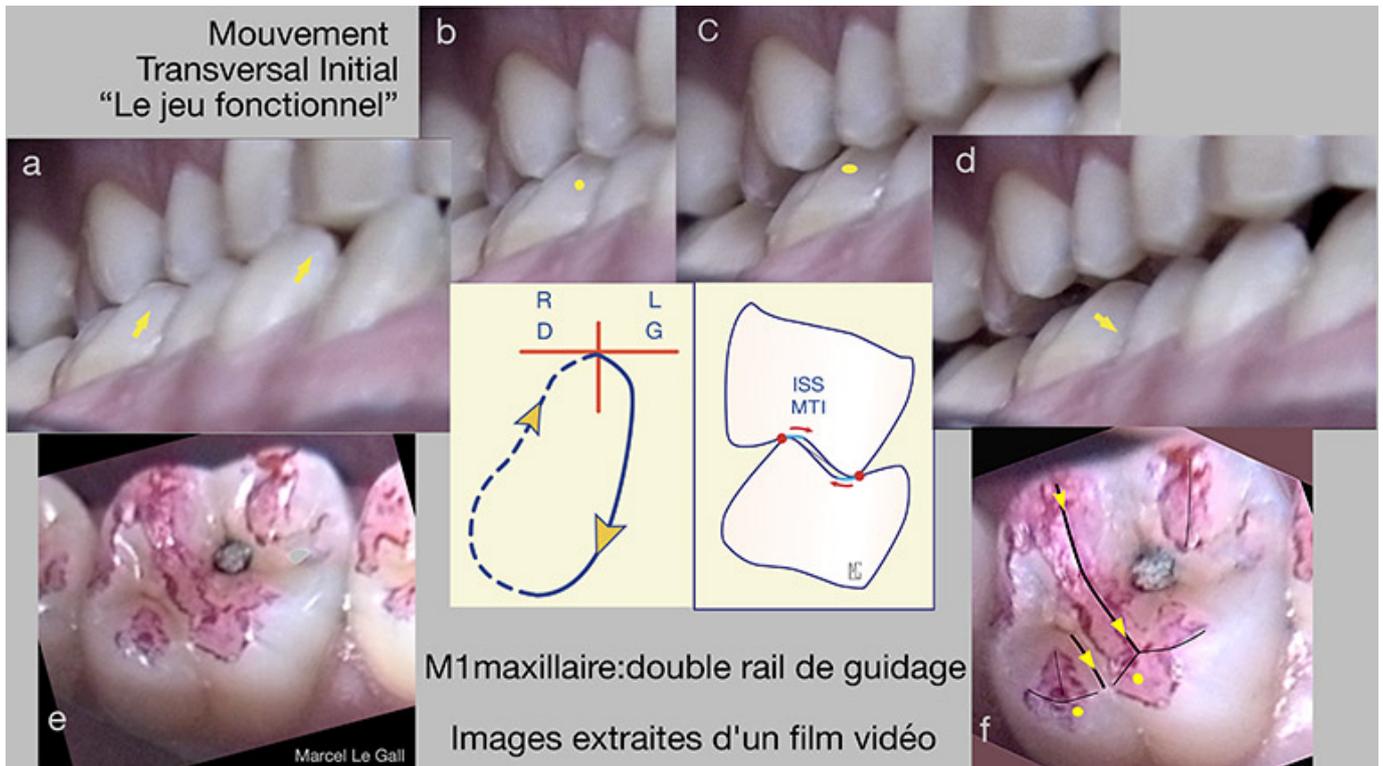


Fig. 55bis: Instantanés des différents temps de la phase dentaire d'un cycle de mastication droit. (images extraites du film vidéo d'un jeune homme, âgé de 25 ans).

- a: Entrée de cycle, phase de cisaillement du bol alimentaire
- b,c: Lors du passage par l'O.I.M., notez le petit déplacement transversal de la mandibule. Il s'agit d'un jeu fonctionnel qui permet à la mastication de passer l'OIM sans bloquer.
- c,d: La phase de sortie de cycle réalise l'écrasement des aliments. L'existence de ce glissement écrasement entre les versants internes des cuspidés palatines et des vestibulaires mandibulaires est déterminant de l'existence même de la mastication.

L'existence clinique constante de ce petit déplacement appelé Mouvement Transversal Initial (ou Immédiat), dont l'amplitude est propre à chaque patient, montre que le tripodisme bloquant de l'école gnathologique n'existe que dans les manuels. Les schémas centraux montrent un cycle optimal et représente la situation du petit jeu interocclusal qui permet le MTI
 Vidéo YouTube, cliquer sur le lien suivant: <https://youtu.be/5i9cUZRwNns>

d'anatomie dentaire!) contribuent certainement à l'interception précoce et privilégiée du cycle de mastication, et constituent une des clés de l'occlusion fonctionnelle, dépassant en la renforçant la description statique qu'en avait fait Andrews (1972).

La dynamique du cycle passe l'OIM sans entrave, car il existe au moment du passage de l'OIM un petit jeu transversal, le mouvement transversal immédiat (MTI) qui permet ce passage, de façon onctueuse. La présence de ce jeu personnalisé est vérifiable sur les films de mastication passés image par image (Figure 55b). Sa présence constante montre que la relation cuspidé/fosse tripodique, décrite dans les publications gnathologiques, n'existe pas naturellement dans la bouche des patients, car elle bloquerait la mastication au passage de l'OIM.

Nous observons une corrélation anatomique entre la forme des cycles de mastication et ses déterminants articulaires et dentaires, c'est à dire :

- la morphologie occlusale des dents postérieures,
- coordonnée, en entrée de cycle, avec la cinétique articulaire

-coordonnée, en sortie de cycle avec avec la cinétique articulaire et la forme de la concavité palatine des dents antérieures maxillaires.

Lors de la sortie de cycle, la mandibule se situe en légère antéposition par rapport à l'OIM et les bords libres des incisives mandibulaires traversent transversalement la concavité palatine des incisives supérieures. La présence et la forme de cette concavité est directement liée à la dynamique des cycles de mastication, alors que lors de l'incision, elle n'ont aucun rôle particulier. Cette cinétique fonctionnelle, coordonnée en 3D, se réalise sous le contrôle du seul centre de la mastication.

Un jeu fonctionnel suffisant doit donc être ménagé au niveau de la concavité palatine de chaque dent antérieure maxillaire, afin de permettre la dynamique transversale de la mastication, en entrée et surtout en sortie de cycle (Figure 83).

Lorsque les guidages de sortie de cycles postérieurs sont sous évalués, ou usés avec des rails de guidage absents et avec une perte éventuelle de la DVO, la mandibule glisse légèrement en avant. Les bords libres des incisives mandibulaires entrent alors en contact, en glissant transversalement dans la concavité palatine des incisives maxillaires, d'abord pendant la sortie de cycle, puis lors du cycle entier, au fur et à mesure de l'aggravation de l'usure des dents postérieures et antérieures. C'est ce processus qui conduit progressivement à l'occlusion en bout à bout des dents antérieures. Aujourd'hui la correction peut et doit être effectuée précocement par addition sur les tables de sorties de cycles des dents postérieures et non pas par soustraction dans la concavité palatines des incisives maxillaires.

Par contre si une restauration fixe antérieure possède une face palatine droite, il y a surguidage de la restauration. La correction consiste à rétablir la concavité palatine maxillaire par soustraction, et non pas à retoucher son antagoniste inférieure, ce qui ne résoudrait pas le problème lié à la mastication transversale.

En fin de mastication, l'enveloppe limite de guidage est atteinte et des contacts interdentaires surviennent à travers le bol, au cours des derniers cycles. Ils constituent un signal fort de déclenchement de la déglutition.

3. Cinétique articulaire

La cinétique intra-articulaire du disque et le rapprochement vertical des surfaces articulaires (Gallo 2005; Palla et coll 2003), permettent le rapprochement des faces occlusales des molaires, sous l'action des muscles masticateurs. La préparation du bol alimentaire interposé entre les faces occlusales postérieures peut ainsi être réalisée, avant sa déglutition.

En fin de mastication, l'enveloppe limite de guidage est atteinte, des contacts interdentaires se produisent à travers le bolus, dans les derniers cycles, et sont un des signaux de déclenchement de la déglutition.

Trois faisceaux musculaires sont insérés sur l'articulation (Gaudy et col.1992): le faisceau supérieur du Ptérygoïdien Latéral est inséré sur le disque et la capsule, un faisceau émanant de la couche moyenne du Masséter profond postérieur et un autre de la partie profonde du Temporal postérieur. Ils sont disposés en éventail et leur contraction est synergique de celles

des muscles élévateurs, ce qui permet à la cinétique articulaire de s'asservir au guidage

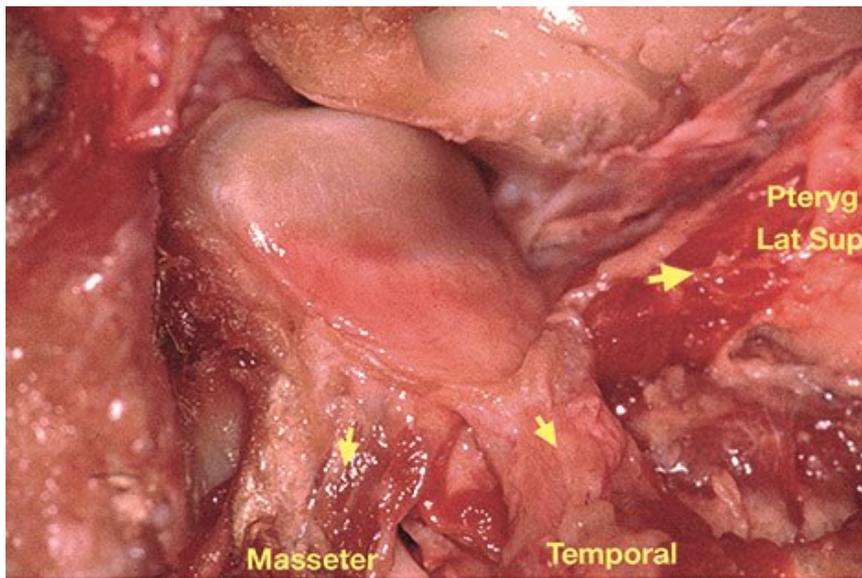


Figure. 56 Côté mastiquant: insertions des muscles élévateurs sur la capsule et le disque, qui rapprochent les surfaces articulaires pendant la mastication et permettent aux molaires, mastiquantes, d'atteindre le contact dynamique, lors des derniers cycles avant la déglutition. (dissection JF Gaudy)

dentaire (Figure 56).

Le rapprochement vertical des surfaces articulaires, grâce à la plasticité de l'appareil capsulo-discal, n'est pas reproductible sur les articulatoires classiques, (Figure 17 à 19) ce qui ne leur permet pas de simuler la mastication (Figure 52 à 56). La vérification et l'équilibration finale de la mastication devra donc être réalisée en bouche.

Pour résumer, ce sont les couples premières molaires qui ont assuré, les premiers, le guidage de la mastication adulte, car le schéma de mastication définitif s'est d'abord installé sur ces molaires, puis sur les prémolaires bien avant l'émergence et la mise en occlusion des canines. En occlusion de classe 1 d'Angle, les faces occlusales des premières molaires sont l'image en relief inversé, l'une de l'autre, avec un petit jeu fonctionnel et quelques sillons secondaires d'échappement pour le bolus. Le rail du pont d'émail et ses homologues sont directement opérationnels en Classe I. Ils permettent la canalisation des couples premières molaires dans les trois plans de l'espace, ce qui leur donne une grande stabilité pendant l'installation de l'occlusion. Ils restent actifs chez l'adulte, du moins tant que les faces occlusales conservent leur anatomie initiale.

Les versants des molaires qui réalisent la préparation du bolus présentent très précocement de petites facettes d'usure. Ces dernières s'amplifient de façon plus ou moins importante avec le vieillissement, en fonction du niveau d'abrasivité du régime alimentaire et de la puissance masticatoire (Figure 68).

L'évolution générale de ce modèle, par usure et biocorrosion du déterminant dentaire, lui fait perdre progressivement ses caractéristiques occlusales, allant même jusqu'à le détruire complètement, dans certains cas, fréquents et précoces autrefois, mais plus rares et tardifs, aujourd'hui.

La complexité de ces faces occlusales omnivores n'a pas permis une réponse adaptative satisfaisante pour compenser cette usure, par régénération, comme chez les herbivores. Compte tenu de la grande abrasivité des végétaux, due à la présence de phytolithes et

d'abrasifs externes dans le bolus (Figures 6,7), ce sont les versants internes des cuspidés palatines, opposés aux versants internes des cuspidés vestibulaires mandibulaires qui présentent l'abrasion la plus rapide, car ce sont eux qui réalisent l'écrasement fin du bol alimentaire, donc des végétaux, et de tous les aliments consistants, pendant la phase de sortie de cycle. Cependant il y a eu au moins une tentative d'adaptation qui sera développée plus loin. En dehors des abrasions fonctionnelles, certains phénomènes para-fonctionnels, comme le bruxisme peuvent affecter l'espèce humaine et amplifier l'usure dentaire de façon plus ou moins importante. Leur existence dans le monde animal, est une question sans réponse, pour le moment.

C- CYCLES MASTICATOIRES DE L'HOMME

Différentes phases d'un cycle masticatoire

Les enregistrements montrent que la mastication se traduit par une série de cycles successifs de la mandibule qui aboutissent à la fragmentation et au broyage du bol alimentaire avant sa déglutition. (Yeager 1978, Lundeen et Gibbs 1982, Pröschel 1987, Lauret et Le Gall 1984, 1986 Le Gall M., Lauret J-F 2008, 2011).

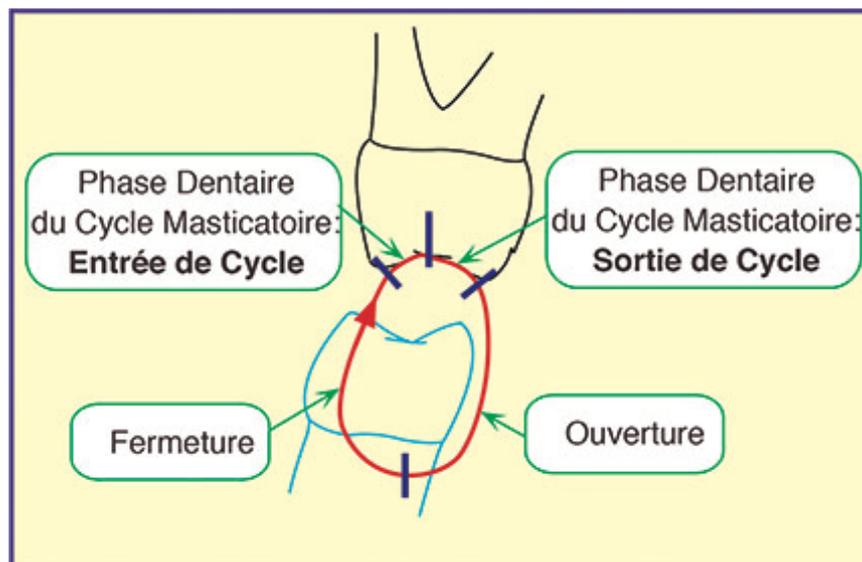


Fig. 57 Différentes phases d'un cycle de mastication: un cycle de mastication se compose d'une phase dentaire et d'une phase d'ouverture-fermeture, qui réalise la fin du cycle précédent, suivie de la préparation du suivant. La phase dentaire efficace est subdivisée en une entrée dentaire de cycle et une sortie dentaire, avant et après le passage par l'OIM.

Un cycle de mastication, d'orientation centripète, peut être divisé en deux phases:

- Une phase de préparation, à distance des dents, qui commence par une ouverture, après la sortie dentaire du cycle précédent, suivie d'une fermeture qui conduit à l'entrée dentaire du cycle suivant. Cette phase a l'aspect d'une boucle, décalée latéralement du côté mastiquant.
- Une phase dentaire située à l'apex du cycle, elle-même subdivisée en une entrée dentaire de cycle et une sortie dentaire de cycle, avant et après le passage par l'O.I.M. Les enregistrements révèlent que la phase occlusale des cycles est guidée avant l'OIM, sur les versants dit "travaillants" et après le passage de l'O.I.M., sur les versants classiquement dénommés "non-travaillants". Comme ce terme est impropre, tous ces versants ont été

appelés, “mastiquants” pour plus de cohérence et les différencier des versants non mastiquants (Figures 57, 58, 59).

Une grande variété de formes de cycles ont été enregistrés. La forme ample et régulière (Figure 58 A) est considérée comme optimale par Pröschel (1987) et représente 50% des cas. Mais sans qu'il puisse donner la signification de la majorité des autres formes, certaines étant accompagnées, ou non, de pathologies diverses (Figure 58 B,C,D).

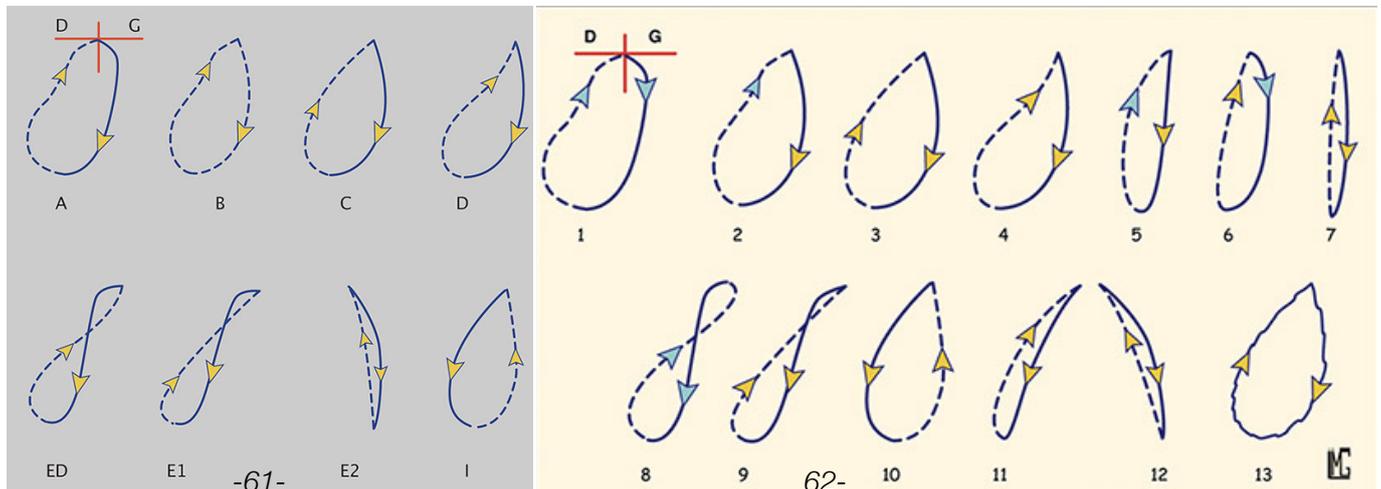


Figure 58- Cycles de mastication selon Pröschel, le cycle A représente 50% des cas, c'est la forme optimale la plus efficiente, généralement observée en classe 1 d'Angle.

Figure 59- Les mêmes enrichis par l'auteur. Les cycles B,C,D ou 2 à 7, résultent d'inadaptation du guidage occlusal, sont modifiable par addition Voir vidéo Youtube à l'adresse suivante: <https://youtu.be/Heo8c8KM4WY>

La description de la forme des cycles de mastication par Jones et d'Amico était très incomplète et ne correspond que très partiellement aux descriptions de la cinétique et des actions musculaires qui en ont été faites ultérieurement (Figures 59,60,61,62). De plus il a déjà été écrit que l'absence ou le déficit d'entrées sensorielles résultant de faces occlusales inadaptées réduit les forces de mastication et a une incidence directe sur la forme et la réduction de l'amplitude des cycles de masticatoires (Johnsen SE and Trulsson M. 2003a p1486).

La forme d'un cycle n'est pas une donnée figée (Le Gall et Lauret 1998), elle est déterminée par l'équilibre des guidages dentaires postérieurs et antérieurs avec celui de l'ATM, donc à l'équilibre des entrées sensorielles dentaires et articulaires.

Il est clair aujourd'hui que la forme d'un cycle de mastication, cisailant ou tronqué d'une partie de son enveloppe fonctionnelle, peut être facilement modifiée par addition de composite test, et retrouver son enveloppe optimale. Du moins dans les nombreux cas dont l'étiologie est occlusale. D'où l'intérêt des tests d'adjonction réversibles qui permettront de faire le traitement étiologique ou de réorienter rapidement le patient en cas d'insuccès.

Des Vidéos de correction de formes de cycles sont disponibles en ligne sur le site www.mastication-ppp.net ou accessibles directement sur des vidéos YouTube : <https://youtu.be/-QBFdJZcWKc> <https://youtu.be/OB9t3sYEazw>

Au cours de la croissance, c'est l'anatomie occlusale et les relations d'occlusion dynamique des couples de premières molaires qui façonnent les cycles de mastication et guident la conformation adulte de l'ATM. Plus tard, si leur morphologie occlusale est perdue, c'est la mémoire de forme de l'articulation, qui permettra de reconstruire les faces occlusales par addition et de retrouver leur anatomie fonctionnelle perdue. En commençant d'abord par les couples M1, puis PM2 et PM1 et les canines. Si nécessaire, les I2, I1 et M2 peuvent également être reconstruites par la suite, afin de rétablir l'efficacité maximale de l'ensemble.

Lorsque les faces palatines des canines supérieures (et/ou le volume des inférieures) ont été restaurées par addition en coordination avec les guidages postérieurs d'entrée de cycle, il est notable que les canines du côté mastiquant assurent ensuite seules le guidage du mouvement de latéroocclusion s'il est demandé (muscle recruté: le PLI controlatéral diducteur et abaisseur). Ce mouvement se réalise alors avec sa valeur naturelle de désocclusion. Cette cohérence fonctionnelle confirme indirectement que c'est bien les couples M1 qui ont guidé l'émergence et imposé la position des canines lors de leur arrivée tardive sur l'arcade.

En occlusion de classe 1, les premières molaires mandibulaires qui ont seules conservées la morphologie ancestrale à 5 cuspides, sont l'image inversée de leurs homologues et guidées dans leurs relations dynamiques par la présence de rails jumelés, dont le principal suit le pont d'émail et une partie du motif Y5 (Fig. 67,68,69,70). Pour restaurer leur capacité fonctionnelle, lorsqu'elles sont usées, il suffit en classe 1 d'Angle de reconstruire les cuspides aux mêmes emplacements, par un test de composite-up, en respectant les courbes et en les appariant finement, par simulation de la mastication. Par contre, lorsqu'ils sont en classe 2 ou 3, résultant de dysmorphoses de croissances ou autres, et que la position des dents n'est pas modifiable, il est généralement possible et nécessaire de modifier leur morphologie occlusale, par "composite-up". En déplaçant les cuspides, afin de les faire fonctionner de manière coordonnée comme en classe 1. Ce qui permet de rétablir leur rôle de guidage/écrasement transversal et leur fonctionnement optimal. (*voir vidéo YouTube: <https://youtu.be/2GAsyxStD0Q>*).

Dans ces conditions, il est fréquent d'observer qu'un secteur triturant, inutilisé auparavant peut, après équilibration par composite-up, supporter instantanément la mastication et devenir le côté fonctionnel dominant.

Quand la technique d'addition est maîtrisée elle est réalisable avec succès en pratique habituelle.

D- MUSCLES ET FORME D'UN CYCLE DE MASTICATION

Les muscles masticateurs sont des muscles à structure penniforme ou semi-penniforme, composés de fines couches musculo-aponévrotiques alternées. Cette organisation est le reflet d'une spécialisation fonctionnelle, bien adaptée à la mastication, car elle permet à des muscles courts de développer une puissance considérable, pratiquement sans déplacements (Gaudy et col.1992).

Dans ses articles, d'Amico n'a rien écrit concernant les actions musculaires comparées entre le mouvement de latéralité et la cinétique de mastication centripète. Pourtant la contraction des

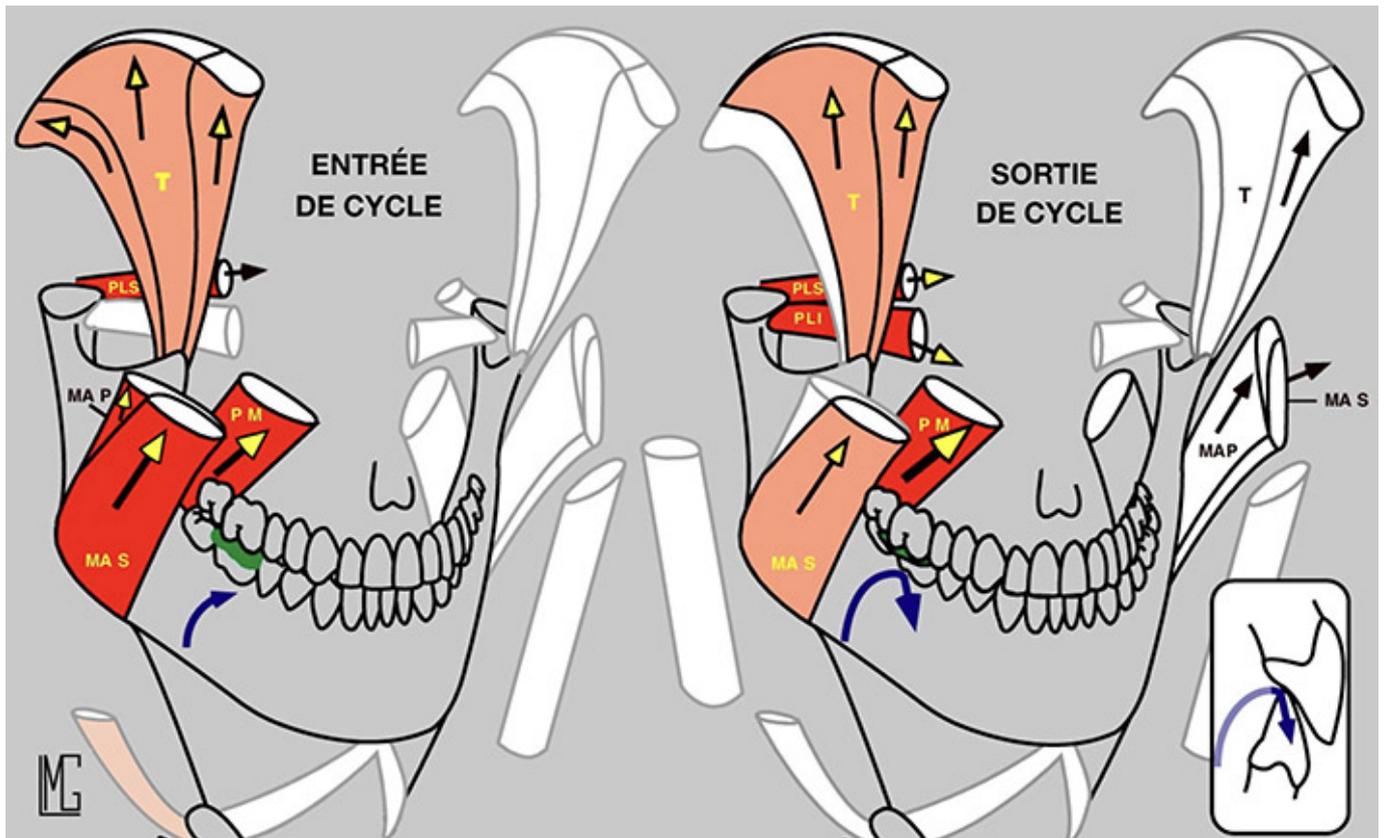


Figure 60 Les muscles recrutés, pendant la phase dentaire de la mastication, sont presque exclusivement des muscles élévateurs (Wood 1986, 1987). Ils permettent le rapprochement des molaires qui écrasent les aliments du côté mastiquant. Cette cinétique est très différente de celle du mouvement de latéroclusion

faisceaux des muscles élévateurs (Wood 1986, 1987) et de leurs insertions articulaires (Gaudy 1992) sont déterminantes du rapprochement des dents postérieures pendant la mastication (Figures 13-16, 56, 60-62). Ce qui n'est pas le cas pendant le mouvement de latéralité, provoqué par le recrutement du ptérygoïdien latéral inférieur, contro-latéral qui est abaisseur et diducteur. Dans ces conditions la désocclusion des dents postérieures est réalisée par la canine du même côté.

Les fonctions et vecteurs d'action des différents faisceaux des muscles masticateurs, ainsi que leurs conséquences sur la posture de la mandibule et les rapports d'occlusion, étaient encore imprécis, à l'époque de d'Amico. Ils ont été complétés depuis par de nombreuses publications qui concernent l'anatomie des différents faisceaux musculaires (Gaudy J.F 2007), leur recrutement en synergie ou en opposition et leurs rôles respectifs pendant les différentes phases de la mastication (Figures 52 à 56, 57 à 62).

Des travaux détaillés ont associé des études électromyographiques à celle des mouvements de mastication (Sessle 1976; Steiner 1974; Horio et Kawamura 1989; Wood 1986, 1987) Des scénarios nécessairement simplifiés, issus de ces travaux, sont proposés figures 60, 61, 62, ou sur les publications et ouvrages (Le Gall et Lauret, ouvrage ed. 2008, 2011), ou accessibles en ligne (www.mastication-ppp.net).

La mastication est unilatérale et alternée. Elle est composée d'une série de cycles successifs de la mandibule qui réalisent la comminution du bol alimentaire, entre les dents, avant sa déglutition. La phase préparatoire d'ouverture commence après la sortie dentaire du cycle

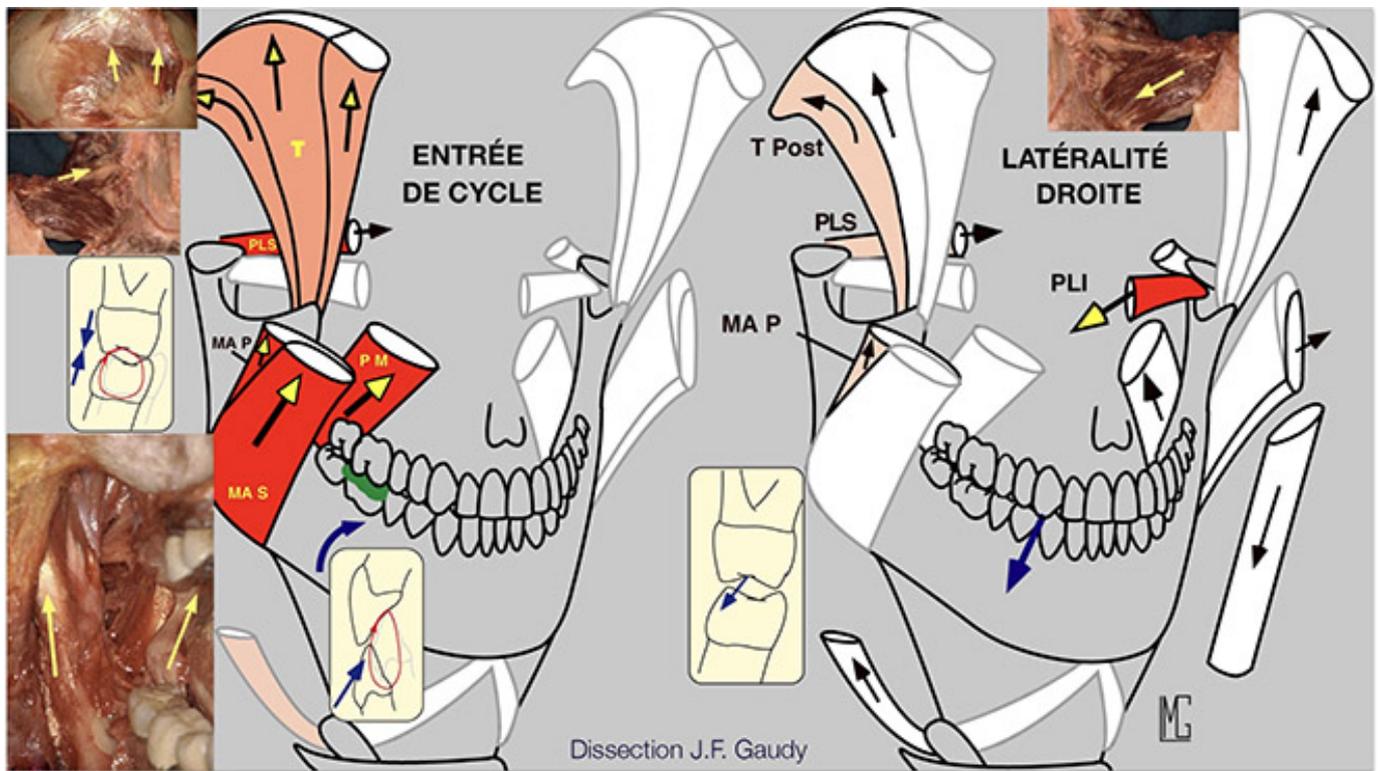


Figure 61 Comparaison entre un cycle de mastication droit et un mouvement de latéralité droite. Les muscles en action sont totalement différents et d'orientation opposée. Les muscles élévateurs (M, PM, T, PLS) pendant le cycle droit, en orientation centripète, avec des contacts dentaires d'entrée de cycle. Le muscle PLI non mastiquant qui est abaisseur et diducteur pendant le mouvement de latéralité droit, en orientation inverse. Avec désocclusion canine droite et sans contacts postérieurs.

précédent. Elle est provoquée par la contraction coordonnée des deux Ptérygoïdiens Latéraux Inférieurs (PLI) et des deux Digastriques Antérieurs (DA) qui gèrent l'amplitude verticale et transversale de l'ouverture du cycle. Dans la phase de retour qui suit, le déport externe et l'amplitude de la fermeture sont d'abord provoqués par le recrutement du PM, non mastiquant, coordonné ensuite avec le PM mastiquant. Ils sont vite accompagnés par la mise en action de tous les élévateurs du côté mastiquant, et du Digastrique Postérieur (DP) qui met la mandibule dans une position latérale et rétractée, juste avant le premier contact dentaire d'entrée de cycle, qui se produit en orientation centripète, vers l'OIM. La montée en puissance coordonnée des muscles Temporal (T), Masséter (M), PM et du PL, du même côté, est responsables du rapprochement des faces occlusales postérieures et de la cinétique d'affrontement des dents, qui permet la préparation du bol avant la déglutition (Figure 13 to 16).

Les muscles Masséter et Ptérygoïdien Médial sont des élévateurs puissants qui développent leur action de façon partiellement symétrique:

- l'un du côté externe,

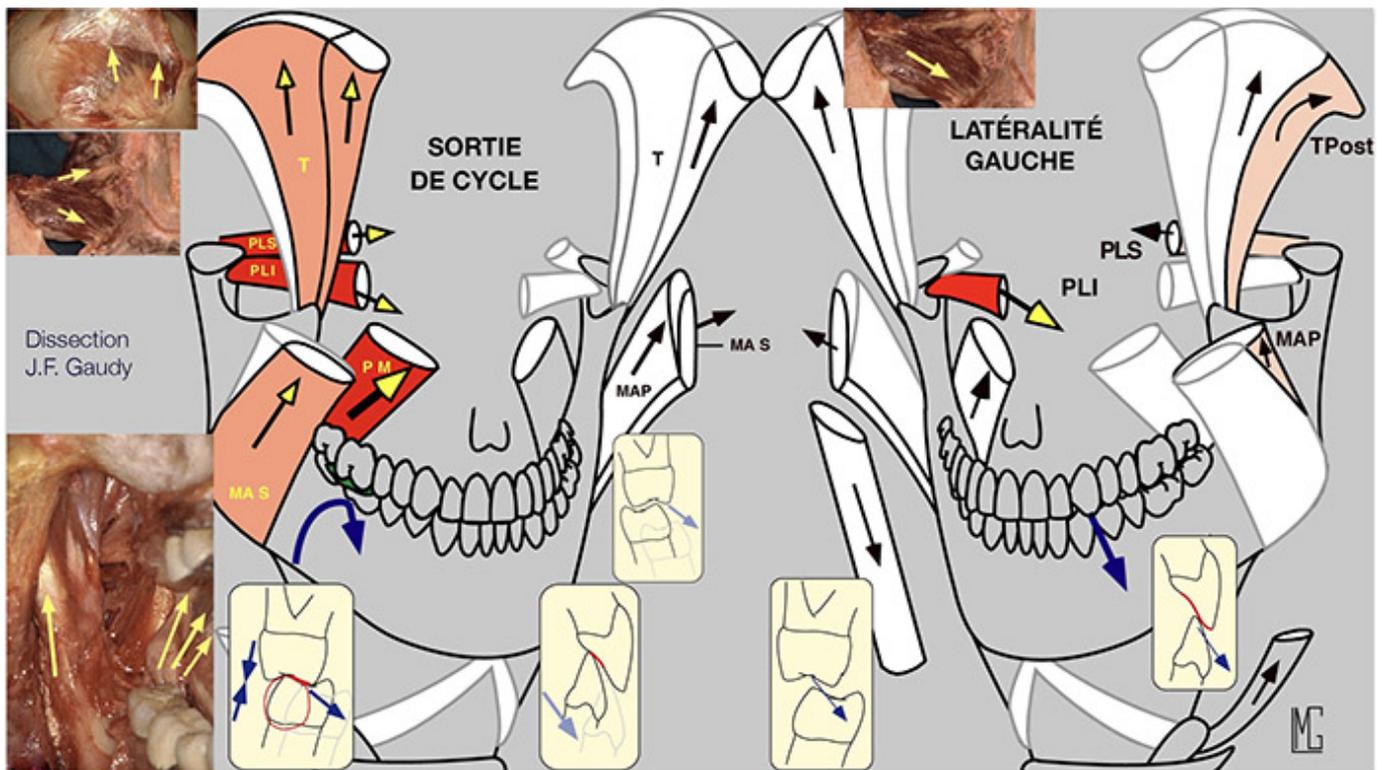


Figure 62: Lors d'une sortie de cycle droite et d'un mouvement de latéralité gauche, de même orientation, les muscles recrutés sont les suivants: -Lors de la sortie de cycle centripète, Les élévateurs (PM, M, T, PLS) et le PLI, diducteurs et abaisseurs, sont en action. Avec des contacts interdentaires postérieurs de sortie de cycle côté mastiquant et sur la canine côté non mastiquant.- Pendant le mouvement de latéralité gauche, de même orientation, seul le PLI abaisseur et diducteur est recruté. Avec désocclusion par la canine gauche et aucun contact du côté droit.

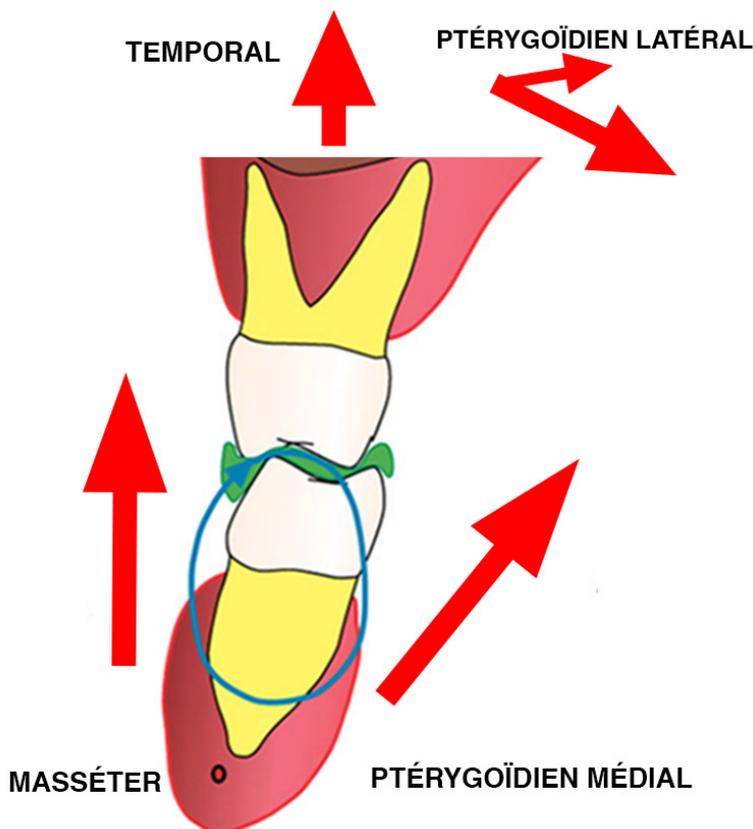


Figure 62b: Sortie de cycle, en vue frontale.

PM-PLI:

- addition des composantes horizontales latéro-médiales
- opposition des composantes verticales. Adaptation instantanée de la puissance d'écrasement à la texture du bol alimentaire et l'orientation des tables de sortie de cycle (efférences proprioceptives/recrutement musculaires).

Forces puissantes d'écrasement-glissement transversales entre les tables de sortie de cycle.

- l'autre du côté interne,

de la partie distale et angulaire de la branche horizontale de la mandibule.

Ils sont coiffés par le muscle Temporal dont le point d'application des forces élévatrices est situé sur le processus coronoïde, au dessus du plan occlusal, avec une action élévatrice seule, ou partiellement propulsive ou rétropulsive. En complément à son action d'écrasement, ce muscle a un rôle positionneur de la mandibule dans le plan sagittal.

La résultante des forces appliquées lors du recrutement du masséter, part de la partie externe de l'angle goniale avec une action élévatrice, verticale ou diagonale postéro-antérieure. Ce muscle est très actif pendant l'entrée de cycle, cisailante, en association avec le Temporal et le Ptérygoïdien Médial qui donne au mouvement d'entrée sa composante latéro-médiale

La résultante des forces appliquées, par le recrutement du Ptérygoïdien Médial, vient de la partie interne du gonion, avec une orientation diagonale postéro-antérieure et latéro-médiale. C'est le muscle de la puissance d'écrasement antéro-transverse de la sortie dentaire de cycle (Figure 62bis).

Son action coordonnée avec celle du PLI homolatéral, abaisseur et diducteur, réalise un mouvement d'écrasement-glissement, guidé par les rails occlusaux des M1, vers la canine contro-latérale. Les tables de sortie, relativement planes et congruentes, présentent de petits sillons d'échappement, permettent la fragmentation fine du bol.

En entrée de cycle, la cinétique musculaire génère des forces plutôt verticales. Elles sont supportées par 2 racines vestibulaires légèrement divergentes dans le plan sagittal. Les forces de la sortie de cycle qui suit ont une orientation diagonale latéro-médiale antérieure. Une corrélation anatomique est fréquemment observée entre la table occlusale de sortie de cycle, et l'axe de la racine palatine de M1 maxillaire massive, dont l'orientation est sensiblement parallèle au PM et orthogonale à la table de sortie.

De plus, c'est cette architecture en trépied qui permet de dissiper les forces de mastication de sortie de cycle, dans un os de qualité médiocre, alors que son antagoniste mandibulaire n'a besoin, pour dissiper les mêmes forces, que de deux racines, implantées dans un os aux corticales épaisses et avec une surface portante radiculaire moindre.

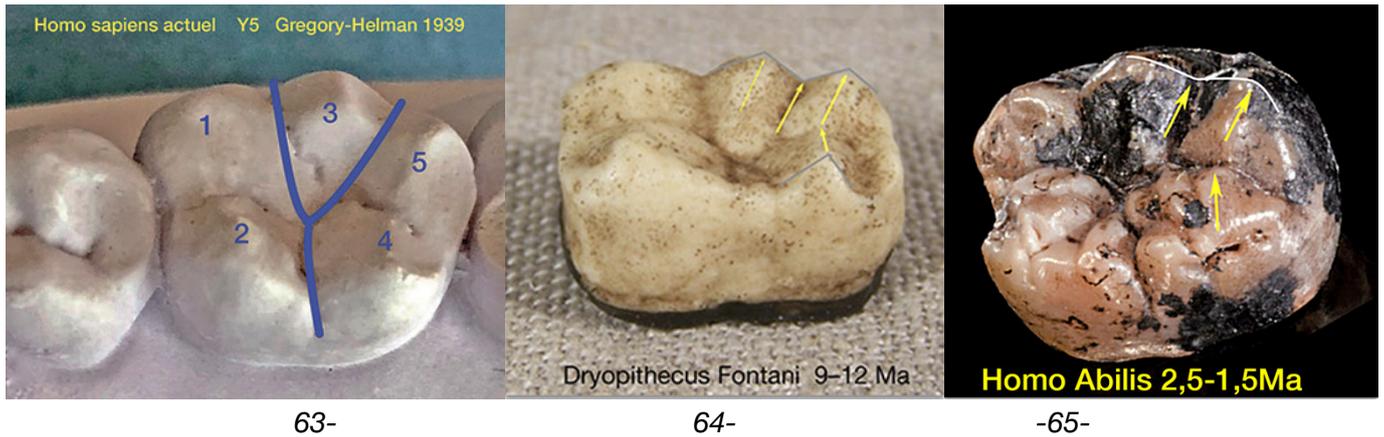
La position et l'association des M, T, PM et PL donne une efficacité remarquable à la mastication. A condition que les entrées sensorielles dentaires et articulaires soient équilibrées ce qui implique une anatomie occlusale équilibrée avec la cinétique articulaire. Si cet équilibre existe, il peut se maintenir dans le temps avec une usure coordonnée des surfaces dentaires et articulaires (Mongini 1992). Par contre si l'anatomie occlusale est modifiée brutalement ou trop rapidement, avec installation de sous-contacts ou de sous-guidages, les structures articulaires, qui ne peuvent pas supporter de contraintes, n'ont pas le temps de s'adapter à cette situation. La conséquence est une déformation des cycles, qui pourront même être totalement verticalisés, avec une diminution importante de la force musculaire et de l'efficacité fonctionnelle (Johnsen and Trulsson 2003). Il est étonnant que ce modèle naturel et ses convergences anatomo-fonctionnelles soient encore ignorés aujourd'hui, alors qu'elles ont été observées dans de nombreux travaux d'anatomie, publiés depuis Jones et d'Amico.

E. D'AMICO ET LA MASTICATION

D'Amico traite de la mastication en citant presque in extenso un article de H. Jones de 1947. Ce dernier décrit ainsi la mastication: "... *En bref, la mandibule est poussée latéralement de sorte que les cuspidés vestibulaires des dents postérieures inférieures occluent avec la bordure latérale des cuspidés vestibulaires des dents maxillaires de ce côté. Ensuite, les muscles ptérygoïdiens internes, temporal et masséter écrasent ensemble les dents qui occluent et en même temps la mandibule se déplace médialement et légèrement vers le haut jusqu'à la position d'occlusion centrée.*"(Jones p 256 ,cité par d'Amico 1958 N°2 point:15). La description de Jones, pourtant succincte, est déjà en accord avec nos connaissances actuelles de l'entrée de cycle de mastication (Figure 52,53). Les propositions ultérieures de d'Amico seront contraires à ces descriptions car la prééminence du guidage de la mastication sera laissée à la canine, comme sur les articulateurs. Jones continue: "La mastication est de latérale à médiale et unilatérale, les dents du côté opposé (non mastiquant) n'étant définitivement pas en contact: le bol alimentaire est gardé de ce seul côté, au moyen de la langue et des dents, là où les contraintes de cisaillement ont lieu".(Jones p 256 ,cité par D'Amico 1958 N°2 point:15) La description, par Jones, s'arrête au passage en occlusion maximale. La deuxième partie dentaire du cycle (la sortie dentaire) n'est pas décrite, alors qu'il s'agit de la partie écrasante du cycle (Figures 54,55). Est ce que Jones considère qu'elle ne devrait pas exister et que la première partie du cycle devrait être suivie d'une ouverture verticale? Ce n'est peut être pas étonnant car chez les aborigènes Australiens vivant dans des conditions primitives, avec un régime alimentaire abrasif, les sorties cycles molaires étaient déjà totalement usées lorsqu'il les a observées. Dans ces conditions, il n'est pas étonnant qu'il ne les ait pas décrites car elles n'existaient plus et/ou qu'il considérait cette usure comme étant anormale.

Cependant il y a une certaine incohérence à ignorer les versants internes des cuspidés palatines supérieures et de leurs opposées, alors que ce sont ces versants de sortie de cycle, composante d'écrasement/broyage, qui servent le plus et qui s'usent donc le plus rapidement, en particulier sur la nourriture végétale abrasive, jusqu'à provoquer l'inversion du plan d'occlusion frontal normalement orientée selon une courbe décrite par Wilson (Monson a d'abord décrit cette courbe et celle de Spee comme étant intégrées à une même sphère de 8 pouces, ce qui n'a pas été validé). Ackerman a décrit ces courbes d'usure comme étant hélicoïdales. C'est l'usure des tables de sortie de cycle des molaires qui donne cette forme hélicoïdale au plan occlusal (les versants internes des cuspidés vestibulaires mandibulaires contre les versants internes des cuspidés palatines maxillaires). Ce phénomène est régulièrement observé dans toutes les populations anthropoïdes anciennes avec un répertoire alimentaire très abrasif (dur, cru, végétal ou autre) et étant donné leur constance en situation sur les sorties de cycles elles ne peuvent pas être confondues avec des parafonctions de type bruxisme (Figures 68, 72).

A ce propos, Jones (1947) a observé des adolescents aborigènes australiens vivant dans leur milieu natif traditionnel, dont les dents étaient déjà toutes usées et les incisives précocement en



63-

64-

-65-

Figure,63: Vue du motif Y5 Dryopithecus (Gregory et Hellman 1926, 1939) sur un moulage d'homme actuel. La numérotation des cuspides est celle retenue par Gregory et Hellman.

Figure 64: Vue d'une M1 mandibulaire de Dryopithecus Fontani (St Gaudens 12-9 millions d'années). La configuration des rails de guidage est semblable à l'homme actuel.

Figure 65- Vue d'une M1 mandibulaire d'Homo Abilis (2.5-1.5 millions d'années.)

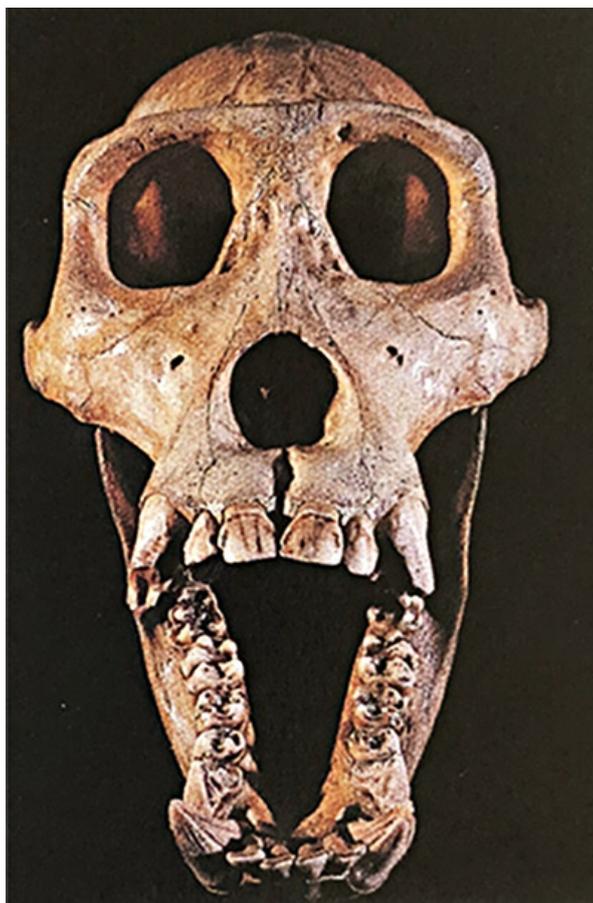
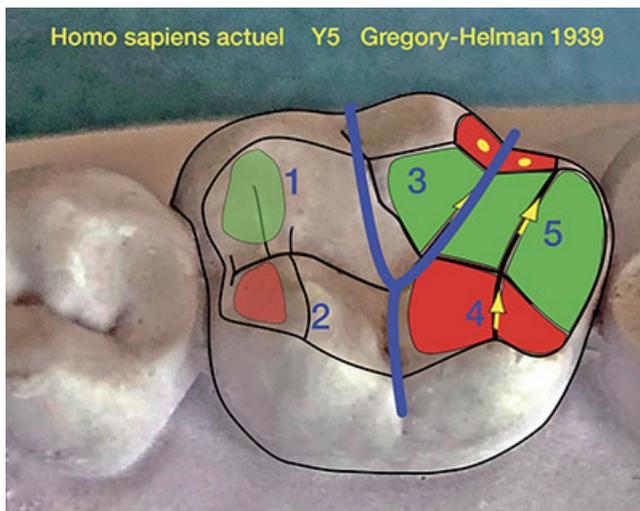


Figure 66: (Coppens-Picq) Vue d'un anthropoïde (32Ma) Le motif Y5 dryopithecus est déjà présent sur M1 (petite), M2 et M3 (beaucoup plus grandes)

Figure 67: L'intégration des guidages de mastication d'un homme actuel dans le motif Y5 ancestral, montre qu'il s'agit du même modèle de fonctionnement depuis plus de 32 Ma

<<Fig 66

Fig 67



rapports de bout à bout. Ils les a comparés à un groupe d'autres jeunes aborigènes élevés dans des missions et ayant bénéficié d'un régime pas du tout ou peu abrasif, de type occidental. Ces derniers présentaient une usure occlusale postérieure très réduite et avaient

conservé la relation naturelle de supraclusion des incisives maxillaires. Il en a conclu que l'occlusion e bout à bout n'était pas un caractère héréditaire, mais acquis secondairement.

Ses constatations auraient pu être utilement complétées s'il avait pu observer la mastication sur ces jeunes aborigènes. Ce lui qui aurait peut être permis de mieux comprendre comment l'attrition et l'inversion de l'orientation du plan d'occlusion s'est réalisée aux dépens des tables de sortie cycles, avec une perte de la dimension verticale et une mésialisation progressive de la mandibule jusqu'au bout à bout incisif. Mais c'était probablement trop tôt, rapporté à sa connaissance succincte de la mastication, en particulier des sorties de cycles et aux concepts d'occlusion balancée en dentition naturelle, encore enseignés à l'époque et qu'avec d'Amico, il leur fallait contrer.

Les observations de Jones sur le bout à bout incisif ont été confirmées par celles de d'Amico sur les indiens Maidu de Californie (D'Amico N°5 Mai 1958). L'occlusion en bout à bout est donc un caractère acquis et pas un caractère héréditaire, sur les sujets observés.

A propos de l'anatomie occlusale des molaires, D'Amico (N°1 1958) cite également Gregory et Hellman qui ont écrit en 1939:

"Les molaires inférieures des grands singes et des hommes primitifs montrent diverses modifications de ce que nous avons appelé le motif de Dryopithecus, parce que ce modèle est vu sous sa forme primitive dans le singe fossile de ce nom. Sur le côté vestibulaire de chaque molaire inférieure, il y a trois cuspides principales, numérotés dans notre système 1, 3, 5. La numéro 3 est délimitée sur sa pente interne par deux sillons qui forment un V et la pointe du V se poursuit sur le côté interne de la couronne, formant un Y". (Gregory et Hellman,1926; Gregory et Hellman,1939, cité par D'Amico 1958 N°1 p19) (Figure 63 à 65).

Cette configuration (Figure 67) est souvent qualifiée de motif en Y5 par les paléo-anthropologues (Granat 2001). La description statique est bonne, on peut cependant regretter: -que d'une part, Gregory et Hellman n'aient pas observé les facettes de guidage de la mastication sur les faces occlusales de ces molaires, où elles sont bien présentes. -que d'autre part, d'Amico n'ait pas tenu compte de ces descriptions de dents intègres dans ses réflexions et qu'il en ait préconisé le meulage, comme P.K.Thomas, pour ne conserver que le guidage canin.

Il n'est pas possible de déterminer le modèle fonctionnel des anthropoïdes à partir de dents totalement abrasées et aplanies, dont la morphologie occlusale est totalement détruite. Il faut le faire sur de jeunes adultes ayant encore des faces occlusales peu abrasées et bénéficiant de tout leur potentiel de guidage. C'est sur de telles faces occlusales que Gregory et Hellman ont décrit le modèle Dryopithecus Y5 sans le mettre en occlusion car il n'avait probablement pas les antagonistes.

Cet appairage dynamique, entre le pont d'émail des molaires maxillaires et le réceptacle en V de la configuration Y5 opposée, existe sur les trois molaires depuis plus de 32 millions d'années (Figure 66). Elle est observable avec ses facettes fonctionnelles transversales, lorsque les faces occlusales ont encore leur intégrité. Originellement le volume des M1 était nettement inférieur à celui des M2 qui avaient elles mêmes un volume inférieur aux M3. Cette configuration s'est maintenue très longtemps. La cuisson des aliments (premiers foyers vers 1,5 Ma, maîtrise

certaine du feu vers 465ka, Menez Dregan 29780 Plouhinec Fr) a progressivement modifié les équilibres précédents. M1 a grossi et conserve la configuration Y5, M2 a diminué de volume et M3 encore plus. M2 perd souvent la configuration Y5 pour ne conserver que 4 cuspides en croix, de même pour M3 dont l'anatomie est inconstante. Mais globalement le modèle de fonctionnement reste le même. C'est encore celui des hommes actuels.

Il est même possible de proposer l'hypothèse que sur des individus dont l'espérance moyenne de vie ne dépassait guère 20 ans, la configuration en Y5 sur les trois molaires mandibulaires, soit une tentative de réponse adaptative à l'usure rapide des tables occlusales par le régime abrasif. La perte précoce des guidages dynamiques de M1 est compensée par la mise en occlusion des rails et guidages de M2, puis après l'usure de M2, par ceux de M3. Les volumes croissants de M2 et M3, avec un émail épais, résulte d'une adaptation à la mastication d'une nourriture dure. Cette réponse adaptative présumée, leur aurait permis de conserver les guidages et leur efficacité masticatoire pendant toute leur courte vie (Figure 68).



Figure 68: Homo Naledi (photo Lee Berger) entre 1 et 2 millions d'années. Toutes les molaires ont encore la configuration Y5 Dryopithecus, qui donne la meilleure capacité de guidage. Le volume des molaires est encore légèrement croissant de M1 à M3, mais bien moins que la configuration ancestrale. On peut noter que M1 a perdu toute sa capacité de guidage, que M2 va bientôt la perdre et que seule M3 conserve encore des cuspides et ses rails de guidage.

F. ÉVOLUTION GÉNÉRALE DU MODÈLE

Le Modèle de fonctionnement de l'homme et plus généralement celui des simiens et des anthropoïdes est un modèle généraliste omnivore qui n'a pas de capacité d'auto-régénération, à la différence d'autres modèles animaux très spécialisés. Ses caractéristiques initiales (Figures 69, 70, 71), comme sa mastication unilatérale alternée et sa morphologie occlusale, hautement polyvalentes et performantes, se délabrent progressivement en fonction de la longévité, de l'abrasivité du répertoire alimentaire disponible, de sa préparation et de l'environnement.

Lorsque les faces occlusales se dégradent en s'aplanissant et que la Dimension Verticale s'effondre, la mastication passe progressivement à un fonctionnement différent, en occlusion balancée en perdant une grande partie de son efficacité fonctionnelle. Cette adaptation à l'usure, personnalisée et multiforme, a souvent été confondue avec un modèle de fonctionnement à imiter, alors qu'il n'est que la conséquence de la dégradation du système et du vieillissement. L'ambition de tout praticien doit être de rétablir le fonctionnement harmonieux de l'appareil manducateur et pour le faire, il faut une connaissance approfondie du modèle de fonctionnement initial. (A titre d'exemple: lorsqu'on étudie la physiologie de la marche, on ne prend pas un boiteux pour modèle).

L'usure par attrition est très largement abordée par d'Amico, mais incomplètement car les relations occlusales préexistantes ne sont pas bien décrites, en effet dans le modèle de d'Amico la proclusion et l'incision sont supportées par les canines, (D'Amico N°6 1958 p 200) ce qui

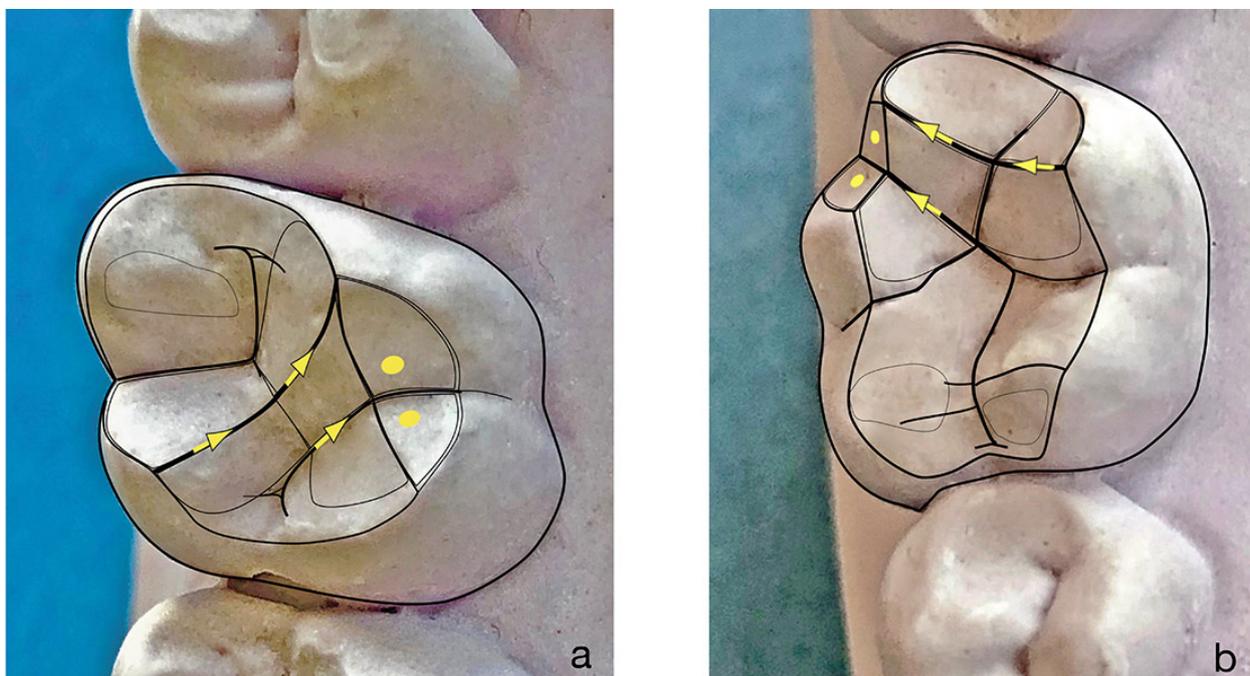


Figure 69 a b: Vues occlusales des moulages d'un patient contemporain, centrées sur les M1 maxillaire et mandibulaire. Les lignes directrices des rails de guidage de la mastication ont été tracées. Elles sont délimitées par les facettes d'usure efficaces et faciles à identifier, mais déjà très marquées. Les flèches indiquent le sens du glissement des facettes.

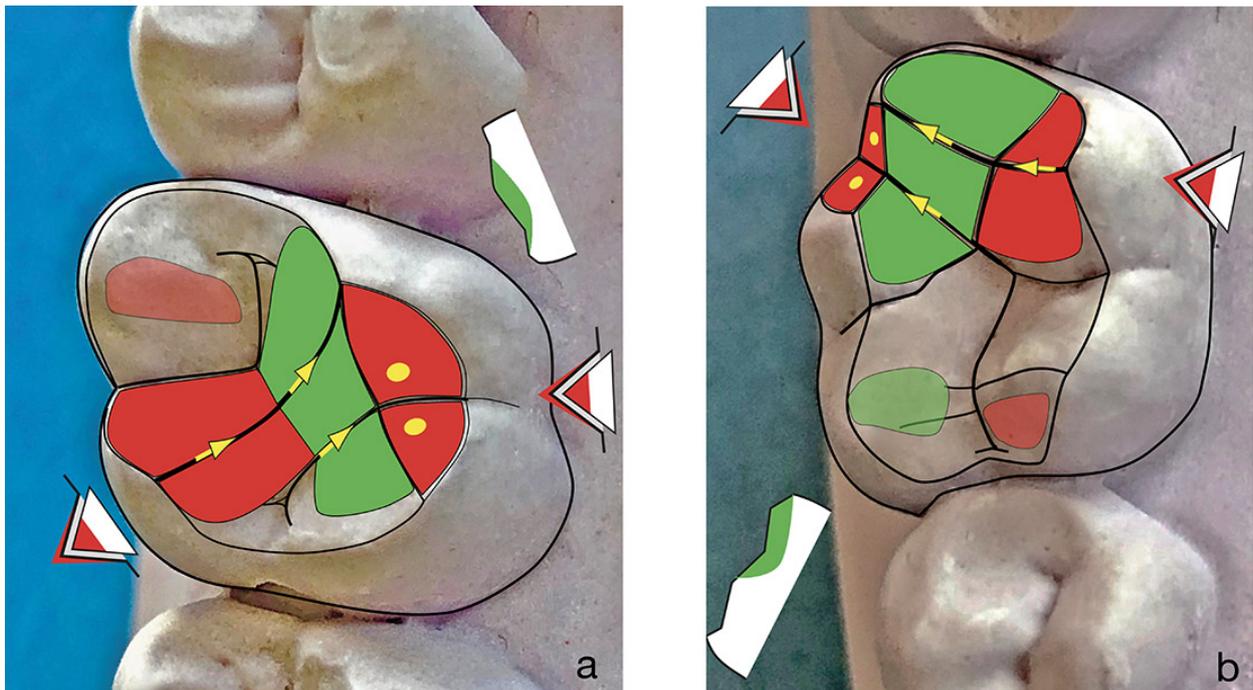


Figure 70 a, b Vues occlusale des moulages du même patient centrées sur les M1 maxillaire et mandibulaire. Les lignes directrices des guidages de mastication, délimitées par les facettes d'usure ont été tracées. Les flèches indiquent le sens du glissement des facettes. Les surfaces de guidage et les appuis du double guidage d'entrée de cycle sont de couleur rouge. Les tables de sortie de cycles en appui réciproques sont identifiées en vert.

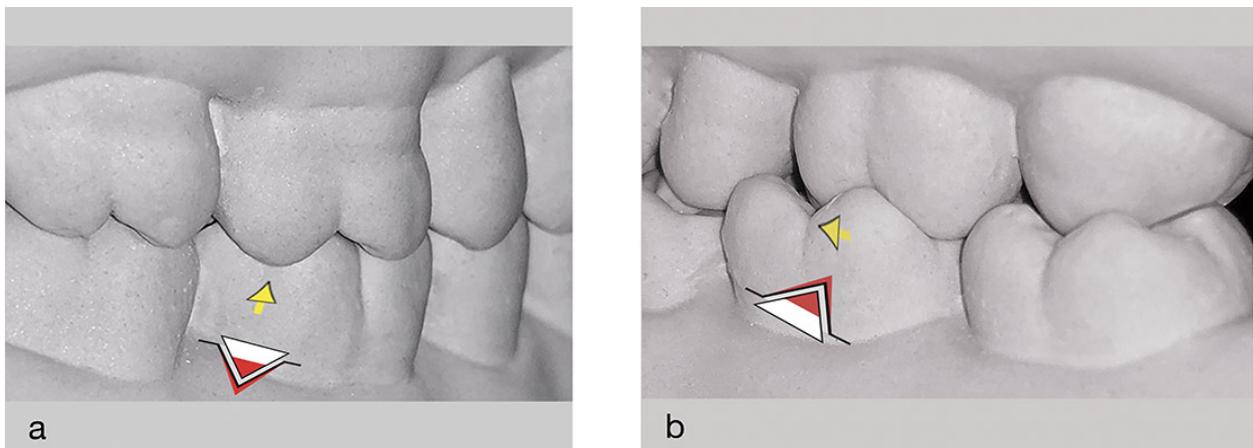


Figure 71 a- Vue vestibulaire de la cuspidé disto-vestibulaire de M1 maxillaire qui supporte sur son versant interne le rail principal maxillaire passant ensuite par le pont d'émail
 Figure 71 b- Vue linguale de la cuspidé disto-linguale de M1 mandibulaire qui supporte sur son versant interne le début du rail inversé supportant le deuxième guidage d'entrée de cycle. Ce double guidage est auto-stabilisant pour les dents en entrée de cycle.

n'est pas le modèle naturel de l'homme. De plus il n'y a aucune référence à la bio-corrosion, dont les conséquences sur la dégradation du modèle sont également très importantes.

D'Amico incrimine systématiquement *“une utilisation extra-ordinaire ou excessive des dents.”* alors que les tables de sorties de cycles sont les plus utilisées, donc les plus usées, avec pour objectif de justifier la protection canine comme: N°4 1958 p.127: *“Pour augmenter l'effet de*

levier de la mandibule afin de couper et écraser les aliments durs plus facilement, le primitif a instinctivement appris à utiliser le ptérygoïdien médial afin de déplacer la mandibule médialement alors que les muscles temporal et masseter la déplacent verticalement. Cela produit une action de cisaillement coupante des cuspides vestibulaires, augmentant leur efficacité en fonction. Cependant, comme les cuspides linguales des dents supérieures glissent latéralement sur les crêtes transversales des cuspides vestibulaires des inférieures. la nature abrasive de la nourriture accélère l'usure de ces cuspides. ” (D’Amico N°4 1958 p.127).



Figure 72: Homo sapiens 300Ka Jebel Irhoud Maroc (2017) photo J.J. Hublin. Chez les populations primitives, la venue précoce en occlusion de bout à bout trouve une explication cohérente dans la perte rapide du calage occlusal et du volume des tables de sortie de cycles des molaires (usure hélicoïdale), avec ou sans perte de DVO. En effet, dans des situations semblables sur des patients actuels, le simple test de rétablissement du volume perdu des sorties de cycles postérieures par adjonction de composite, permet de stabiliser la dérive antérieure (voire de la réduire légèrement) et de rétablir instantanément le confort.

Il traite du déplacement transversal du PM comme d'un mode adaptatif acquis. Il y a incompréhension du rôle du PM. Or l'appareil manducateur obéit à une programmation centrale dont tout les composants fonctionnent en synergie: *“le champ récepteur des afférences parodontales des dents postérieures est très bien adapté à la signalisation des informations émanant du bolus et assure la régulation des forces verticales et horizontales développées par les muscles pendant la mastication”* (Johnsen and Trulsson, 2005 p1889), soit les muscles Temporaux, Masseters, Ptérygoïdiens médiaux et latéraux. La mastication est une fonction princeps de notre physiologie, qui n'est pas réceptive à l'apprentissage. Les travaux en neuro-

physiologie de Johnsen and Trulsson décrédibilisent beaucoup des affirmations précédentes de d'Amico.

La relation dynamique fonctionnelle des molaires humaines n'est pas aléatoire, ni sous l'emprise de la volonté humaine. Elle est organisée et canalisée en entrée comme en sortie de cycle de mastication et vient d'être décrite.

Les conditions environnementales et le répertoire nutritionnel qui prévalaient chez les anthropoïdes et les sociétés humaines primitives, avant et depuis la maîtrise du feu et de la cuisson, ne sont pas abordées non plus et ont encore beaucoup évolué, depuis les publications de Gregory, Hellman, Jones et D'Amico.

Les tables de sorties de cycle s'usent plus ou moins rapidement, en fonction de l'abrasivité et de l'acidité du bolus, mais également parce qu'elles sont les plus utilisées, ce qui n'est pas anormal. (Figure 72, 73).

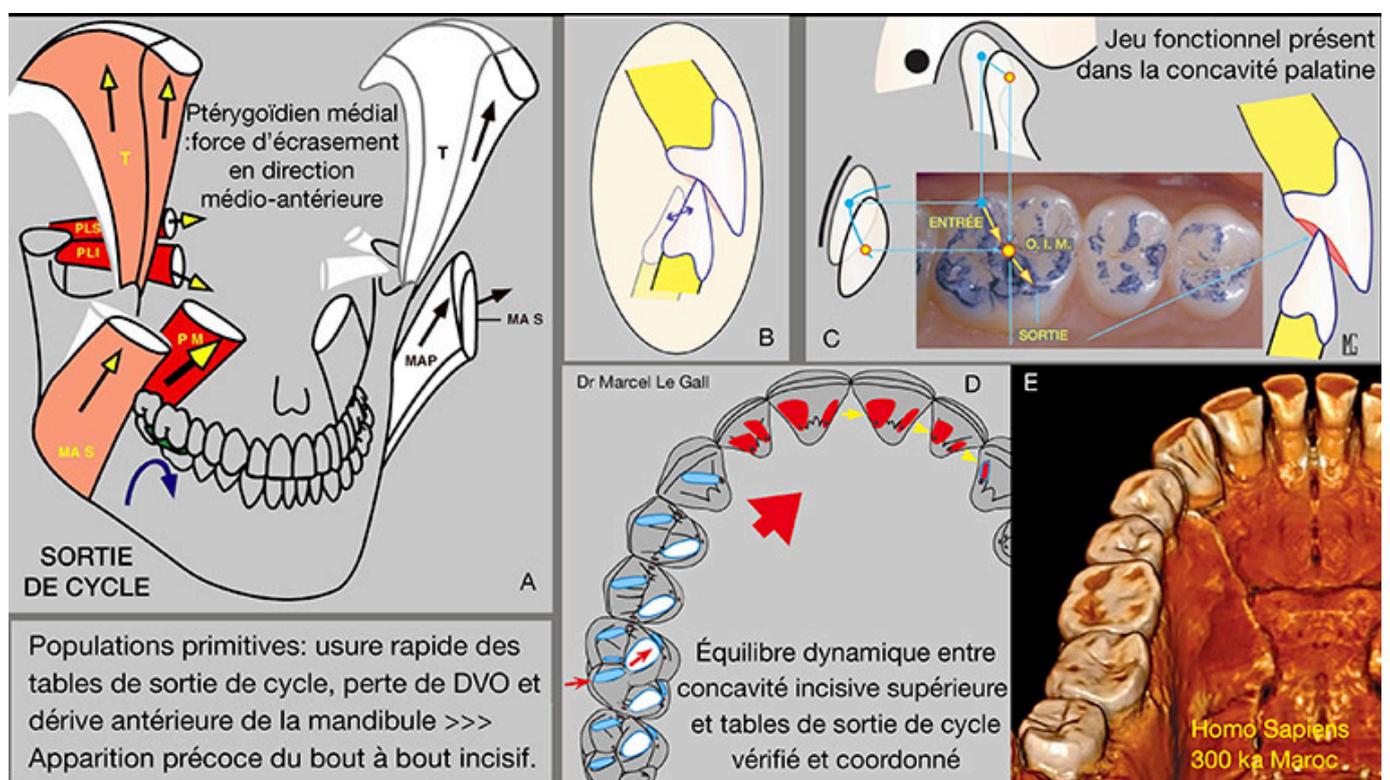


Figure 73: Dans la lignée humaine, l'usure constante des tables de sortie de cycle, a conduit d'Amico à proposer le concept de protection canine, réducteur de la puissance musculaire et de l'efficacité masticatoire des dents postérieures. Il en résulte qu'aujourd'hui encore les tables de sortie palatines des molaires maxillaires, en particulier, sont trop souvent minorées sur les restaurations. Par exemple en implantologie, où le concept de prémolarisation des molaires a été proposé. Dans ces conditions, minorant les sorties de cycles des molaires, il y a des remarques constantes des patients indiquant que, lors de la mastication, leurs incisives mandibulaires sont en contact permanent avec la concavité des incisives maxillaires et qu'ils se sentent "trop bas", alors que ce sont les tables de sortie qui sont sous-dimensionnées. Ces concepts de minoration sont aphysiologiques comparés aux capacités réelles de l'appareil manducateur de l'homme.

Dans les sociétés primitives, la mésialisation progressive et la perte de DV, dues à l'usure rapide des faces occlusales, aboutissaient rapidement à une occlusion en bout à bout acquise, même chez les adolescents. Dans les sociétés développées actuelles elle ne s'observe généralement que chez des individus âgés, sauf pour la biocorrosion. Cette usure dépend donc directement de la composition du régime alimentaire et surtout de sa préparation. Elle n'a pas un caractère aussi "extra-ordinaire" que les écrits de d'Amico le prétendent pour justifier la protection canine. En effet actuellement la préparation et l'abrasivité du répertoire alimentaire sont bien maîtrisés. Mais il n'en est pas de même de l'acidité de certains aliments et des boissons et sodas contenant de l'acide citrique ou phosphorique (Ph 2,7), qui sont encore responsables de biocorrosion incontrôlée. Ces habitudes, bien que mondialisées, sont en théorie modifiables et pourraient peut-être évoluer ou être modifiées, mais avec difficulté. Ce problème de biocorrosion reste entier, bien que les techniques d'adjonction et de collage devraient permettre de résoudre une partie du problème. En effet les principaux matériaux de restauration en céramique et composite ne sont pas attaqués par la biocorrosion. De plus les composites actuels, micro ou nano chargés, ont un module d'usure semblable aux dents naturelles (Lambrechts et coll 2006). Un test indépendant, comparant certains blocs d'usinage récents, utilisés en CFAO, montre une usure identique entre certains blocs en composite et leur dent antagoniste, ce qui n'est pas le cas des blocs de céramique dont les dents antagonistes présentent toutes une usure plus importante que la céramique (Stawarczyk et col. 2016). La solution à ce problème n'a jamais été aussi proche.

G. PROTECTION CANINE: DAM ET IMPLANTS

1- OPC et Dysfonctions de l'Appareil Manducateur (chapitre de www.mastication-ppp.net)

Dans les années 1970 l'étiologie des DAM était très souvent imputée à l'occlusion. Deux courants de pensée s'opposaient alors: l'approche occlusale (Rosenthal 1980) et l'approche psycho-physiologique (Laskin 1969,1977).

Les tentatives de traitements occlusaux des DAM basées sur le modèle classique RC+OPC ont donné des résultats très médiocres avec des taux d'échecs très élevés (Moloney et Howard 1986 64%, Palla 1996 45%, Le Bell et Kirkeskari 1990 59%, Molhin et col 2004 75%). Une étiologie multifactorielle est aujourd'hui reconnue au DAM et l'étiologie occlusale n'est plus considérée comme le facteur primaire unique (Rinchuse et coll 2007). Son taux d'implication se situerait entre 10 et 20% (Mac Namara et al 1995).

Par ailleurs les données de "evidence based médecine" n'argumentent pas ni ne concluent pas que l'occlusion n'a aucun rapport avec les DAM (Rinchuse 2007).

Huit revues de littératures rapportées par Rinchuse (2006) concluent même **"que l'occlusion et le traitement orthodontique ne provoquent pas de DAM et que les ajustements occlusaux ne sont pas des objectifs à recommander lors du traitement initial des DAM"**.

Quel crédit accorder à tous ces données contradictoires, alors que parallèlement les taux de succès n'ont pas été améliorés de façon sensible?

Il est indispensable de s'interroger sur l'origine de ces taux d'insuccès élevés, assortis d'hésitations et d'opinions discordantes:

- Tous les paramètres cliniques ont-ils été bien évalués?
- Le traitement est-il bien adapté?
- Existe-t'il d'autres alternatives thérapeutiques?

Les diverses étiologies possibles des DAM ont été évaluées, mais concernant l'occlusion, les nombreuses études sont toutes adossées au modèle occlusal gnathologique, basé sur la RC et la Protection Canine "qui est un concept douteux non validé par les travaux fondés sur la preuve" (Rinchuse 2007), car il ne rend pas compte de la mastication et la déglutition, les deux fonctions princeps de l'appareil manducateur. En fait nous avons montré qu'il ne permet de vérifier qu'une partie très réduite de l'enveloppe fonctionnelle réelle des dents, et à l'envers.

On ne peut donc pas tirer de conclusions définitives sur des bases aussi fragiles et les jugements péremptoires portés sur la non implication de l'occlusion dans les DAM, n'ont aucune pertinence. Car en se plaçant dans le contexte du corps humain, le rétablissement de la physiologie des structures anatomiques d'un organe lésé, est une condition nécessaire et souvent suffisante à la remise en fonction de cet organe.

Dans le contexte des DAM, on comprend alors mieux que, la sédation des douleurs et la guérison puissent difficilement être obtenus, si la physiologie du fonctionnement de l'appareil manducateur n'est pas rétablie au préalable. Au niveau dentaire, ce ne sont donc pas les relations entre l'occlusion et les DAM qui doivent, a priori, être mises en causes, mais le modèle de fonctionnement utilisé et les techniques occlusales appliquées.

Pour tirer des enseignements fiables sur le pourcentage réel des DAM d'origine occlusale, il convient de prendre en compte le modèle occlusal naturel de l'homme, fondé sur la déglutition et la mastication.

Il existe une relation cinématique et anatomique étroite entre les faces occlusales et les articulations qui s'est établie pendant la croissance. De plus nous avons vu que chez l'enfant les rapports d'occlusion anormaux (classe 2, classe 3...) sont associés à des anomalies de posture linguale (Deffez et al 1995) et sont co-responsables de troubles de la croissance faciale et de dysmorphoses évolutives comme des défauts du développement vertical, transversal, postéro-antérieur et des anomalies de la posture mandibulaire. Si la croissance n'est pas réorientée précocément, ces dysmorphoses s'aggravent et leur traitement secondaire peut nécessiter le recours à la chirurgie orthognathique.

Lors de la vie adulte, l'anatomie condylienne s'adapte par une usure progressive et coordonnée, à l'évolution des guidages dentaires (Mongini, 1972,1975,1977). La coordination fonctionnelle des surfaces articulaires est maintenue par le tonus musculaire constant des muscles élévateurs. Mais l'anatomie occlusale des dents peut être assez rapidement détruite par usure, biocorrosion (avec DAM ou non) ou plus brutalement par la perte des dents. Dans ce cas, si le système n'a pas le temps de s'adapter il se met en protection.

L'objectif de la reconstruction occlusale (à partir d'une DVO rétablie et d'une OIM accordée avec la position de déglutition) est de remettre les contacts et guidages dentaires en coordination fonctionnelle avec l'enveloppe limite des mouvements articulaires dans l'état d'adaptation-usure où se trouvent les articulations au moment de la reconstruction. Car les ATM sont alors la seule mémoire de la cinétique occlusale fonctionnelle préexistante des faces occlusales perdues.

Lorsque la coordination harmonieuse des guidages, entre faces occlusales et articulations, est rétablie l'appareil dento-articulaire reprend son fonctionnement physiologique, l'enveloppe optimale des cycles se rétablit spontanément et sans apprentissage et les douleurs et claquements disparaissent (à condition qu'il n'y ait pas de lésions discales et que les facteurs de stress soient maîtrisés).

Vidéo YouTube, cliquer sur le lien suivant: <https://youtu.be/-QBFdJZcWKc>

Cas clinique d'une Femme, odontologue, avec un antécédent de traitement ODF. La mastication droite est dominante, les guidages et la forme des cycles sont optimaux. Le côté gauche est rarement utilisé (dysharmonie du guidage, cycle vertical et bruit articulaire à la fermeture). Lorsque le choix est possible, c'est toujours le côté avec les guidages les mieux coordonnés qui devient le côté mastiquant préférentiel. Le côté gauche est en protection canine en latéroclusion comme en entrée de cycle (c'est idéal pour un gnathologue, mais malheureusement le modèle humain ne fonctionne pas de cette façon).

Des résultats similaires sont observés de façon constante. Le test de reconstruction de l'anatomie occlusale des premières molaires est généralement suffisant pour rétablir le cycle, parfois il faut y ajouter la seconde prémolaire. Les dents voisines sont ensuite intégrées progressivement à ce schéma fonctionnel rétabli. Les guidages des seules prémolaires sont insuffisants au rétablissement de cycles complets, car leur potentiel de guidage est moins important que celui des M1. Si la première molaire est absente, la reconstruction de guidages coordonnés entre deuxième molaire et prémolaires, permettent généralement de rétablir les cycles.

Il ne s'agit pas d'affirmations conceptuelles, mais de l'observation de résultats obtenus régulièrement et améliorés progressivement depuis près plus de 20 ans, en pratique clinique et lors des travaux pratiques d'occlusion. Si en exercice privé les résultats n'ont pas pu être quantifiés, il n'en est pas de même lors des formations cliniques d'occlusion, où la très grande majorité des cas ont été filmés ou documentés. Sur une période de plus de 15 ans, au moins 50 formations pratiques d'occlusion de 2 jours ont été organisées avec une moyenne de 10 participants. A la suite de l'analyse des modèles, le chemin de fermeture de tous les participants a été vérifié et équilibré, si nécessaire, à l'aide du protocole de la butée antérieure, déjà décrit.

Vidéo YouTube, cliquer sur le lien suivant: <https://youtu.be/PQ3Y0arluWs>

Le patient est un homme, praticien dentaire. Antécédent de traitement ODF. Le chemin de fermeture et l'OIM ont déjà été vérifiés. Il existe des incoordination du guidage des deux côtés, avec des cycles adaptatifs. Le patient n'a pas la possibilité de choisir le meilleur côté mastiquant, mais seulement le moins mauvais!

Deux à cinq patients, présentant des sous-guidages divers, ont été sélectionnés ensuite pour des tests d'addition de composite, soit une moyenne basse de 3 par formation, ce qui représente en tout, au minimum 150 patients. Dans ce contexte, des résultats positifs ont été obtenus dans plus de 90% des cas. Ces résultats incluent des améliorations immédiates des cycles permettant le rétablissement de la mastication et du confort occlusal, des augmentations de l'amplitude des mouvements mandibulaires (ouverture, latéralité), la sédation de douleurs musculaires et de céphalées, la diminution et/ou la disparition immédiate de bruits articulaires.

Ces tests permettent en outre de détecter presque immédiatement les patients qui ne relèvent pas d'un traitement occlusal et de les réorienter rapidement, sans aucune mutilation occlusale car les tests ont été réalisés par addition réversible de composite.

Tout ces résultats ont progressivement transformé nos doutes en certitudes sur l'inaptitude fonctionnelle du modèle gnathologique et du peu de crédit des études qui ont été menées en se référant uniquement à lui.

Nouveau Protocole Modifié

Dans l'étiologie multifactorielle des DAM, le rétablissement de la physiologie occlusale a été considéré, comme pouvant être le traitement étiologique des dysfonctions d'origine dentaire. Le protocole de traitement classique consiste à porter une orthèse pour changer transitoirement les rapports d'occlusion avant d'appliquer secondairement les concepts de RC et Protection Canine pour équilibrer l'occlusion.

Devant l'importance des échecs, **le protocole a été modifié.** Lors de l'analyse occlusale initiale, si une malocclusion fonctionnelle est observée, des tests étiologiques réversibles, d'addition de composite, rétablissant les guidages de mastication équilibrés, sont réalisés, juste après la vérification du chemin de fermeture à l'aide d'une butée antérieure et préalablement à tout autre traitement.

Si les symptômes s'améliorent immédiatement après le rétablissement des cycles physiologiques, la part de l'étiologie occlusale est considérée comme prépondérante. Si ces tests ne sont suivis d'aucune amélioration, le patient peut être réorienté précocement afin d'évaluer le rôle des autres facteurs étiologiques des dysfonctions.

Cette approche étiologique a permis d'observer bien plus de succès cliniques que ne le laissait présager les taux d'échec très importants, constatés en utilisant le modèle occlusal classique. De plus cette procédure a permis d'accélérer considérablement le traitement, des patients dont l'étiologie était occlusale. Elle est devenue notre protocole clinique depuis plus de 20 ans et dans ces conditions le recours au traitement classique par orthèse occlusale thérapeutique de décontraction a été réduit d'environ 90 %. Au vu des succès cliniques importants (amélioration de la cinétique, diminution/disparition de la douleur, des bruits articulaires) et des récives immédiates lorsque les adjonctions de composites se décollent en bloc, il est apparu que le rétablissement de la physiologie occlusale fonctionnelle était le traitement étiologique des DAM d'origine dento-articulaire. Ces résultats n'ont pas pu être quantifiés en pratique privée, car c'était difficile et ils étaient inattendus. Mais ils sont similaires à ceux obtenus lors des Travaux Pratiques qui ont été estimés dans le chapitre précédent. Il reste encore à comptabiliser plus

précisément leurs résultats dans des études prospectives, et a déterminer la part qu'ils occupent réellement dans le contexte multifactoriel de l'étiologie des DAM.

Le patient qui consulte pour des désordres temporo-mandibulaires est un patient inquiet parce qu'il souffre. Lorsque le rétablissement de l'équilibre dentaire fonctionnel permet la levée instantanée des contractures musculaires, responsables de la douleur, il a une incidence positive immédiate sur la confiance, le niveau de stress et ses conséquences comportementales. C'est pourquoi il est important de le soulager rapidement. C'est une des raisons qui nous ont amené à pratiquer le plus rapidement possible des test étiologiques réversibles, quitte à retarder des examens complémentaires qui peuvent perdre ensuite leur indication, si les tests de "compoite-up" sont positifs (souvent). En fait nous n'avons jamais eu à retirer ces additions de composites car elles ont toujours amélioré le confort du patient, même si parfois la présence de lésions structurelles de l'A.T.M. (confirmées par I.R.M. secondaire) n'a pas permis la disparition des signes cliniques articulaires.

2- OPC ou Fonction réelle: incidence sur l'os péri-implantaire

Une étude récente: "Incidence du Schéma Occlusal sur le Niveau Crestal Peri-Implantaire" (Le Gall et Le Gall 2016) a cherché à évaluer l'impact du niveau de charge occlusale sur l'os péri-implantaire. Il a été nécessaire de sélectionner d'abord des complexes implant-piliers permettant d'éliminer au mieux les risques infectieux autour des implants. Ce qui a pris du temps, mais a finalement permis de comparer la capacité des principaux concepts occlusaux à équilibrer les faces occlusales et les rendre atraumatiques pour les implants qu'elles supportent.

A partir de deux lignes d'implants, de même concept, deux groupes ont été comparés. Le premier a été équilibré en protection canine et le second en simulant la mastication réelle.

L'étude est intéressante, car l'immobilité des implants amplifie les conséquences de malocclusions et l'absence de mécanorécepteurs réduit la capacité d'évitement des malocclusions. *Pour plus de détails, le pdf de ce travail est disponible en ligne à l'adresse Dropbox suivante:*

https://www.dropbox.com/sh/s5djul5pa4y38np/AAB_Pid6iRrarg2lWXkOsN2qa?dl=0

Étude et résultats Implants Straumann Sin Octa®

Une étude clinique de 2 ans (Akça and Çerheli, 2008) compare l'évolution du niveau osseux entre 15 restaurations fixes de 3 éléments sur 2 implants et de 34 restaurations fixes de 3 éléments supportées par 1 dent et 1 implant en connexion rigide. Contre toute attente, dans le groupe témoin, il y a une augmentation significative du niveau osseux autour des implants reliés à une dent naturelle (+ 0,189mm en moyenne) et une perte osseuse attendue autour des restaurations seulement supportées par des implants (-0,285mm en moyenne).

Étude et résultats Implants Zimmer Swiss-Plus®

Il s'agit d'une étude rétrospective portant sur un groupe randomisé comportant 30 patients et sur 40 implants unitaires ou connectés par deux. Un seul implant a été connecté à une dent naturelle. Les prothèses ont toutes été scellées de façon permanente et le ciment a été nettoyé minutieusement. Ces implants ont tous été posés et les prothèses équilibrées par les deux auteurs.

La période de suivi a été comprise entre 1 et 8 ans. Tous les cas cliniques de l'étude ont présenté une augmentation du niveau osseux (sauf 2 qui sont restés à 0) et une amélioration de sa densité, inespérés au moment de la pose des implants. Le gain osseux moyen mesuré a été de 1,33 mm avec un suivi moyen de 43,7 mois. L'écart type général de 1,51, indique des données homogènes et non dispersées.

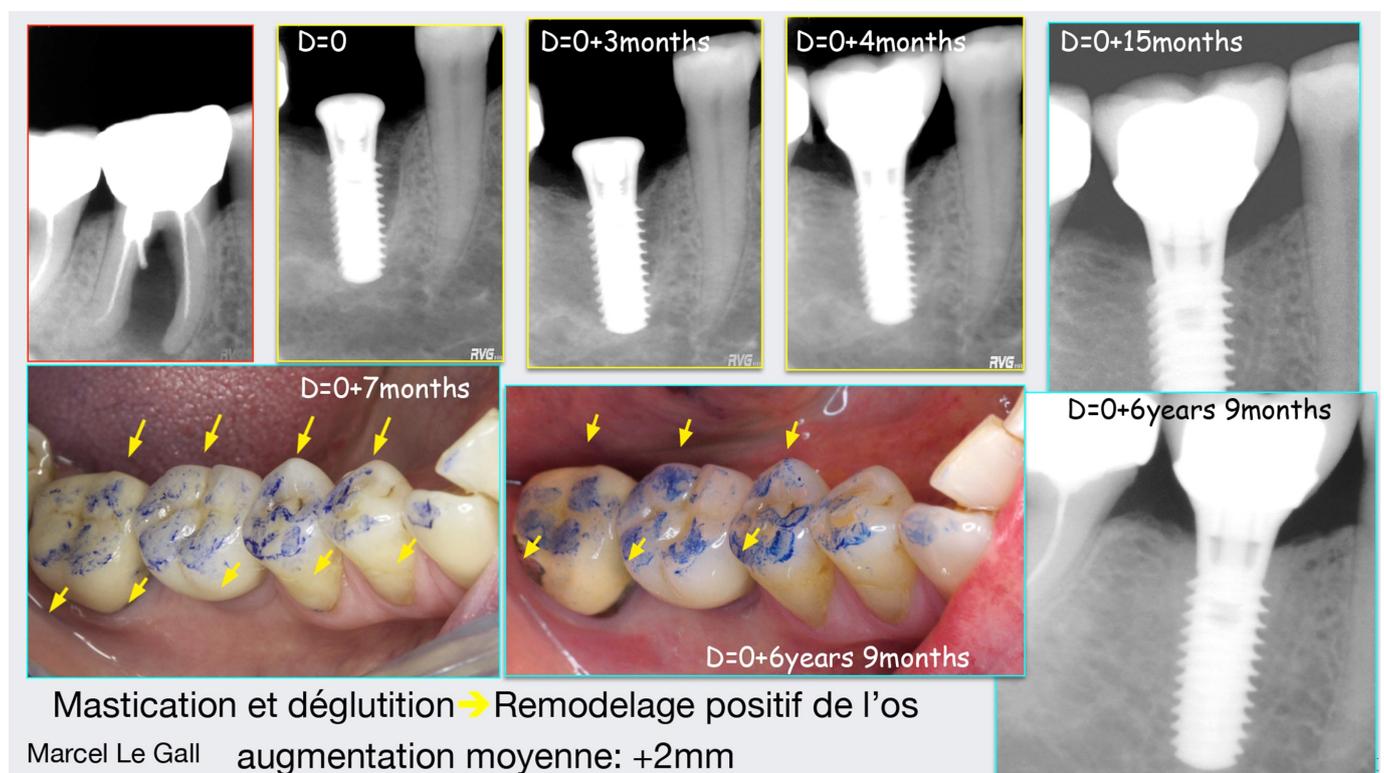


Figure 74: L'implant a été posé 10 jours après l'avulsion de 46. La restauration finale a été posée et équilibrée 4 mois après la pose de l'implant. La première photo a été prise 3 mois après. La seconde presque 7 ans après. Entre ces deux photos, aucune retouche occlusale n'a été faite. Seule 48 a été difficilement extraite. Les guidages de mastication, non dominants au départ, sont devenus progressivement plus marqués, jusqu'à être semblables à ceux des dents voisines, dont l'usure fonctionnelle physiologique est de l'ordre de 40 μ m par an (Lambrechts et coll., 2006). Le gain osseux moyen entre 4 et 15 mois est de 0,45 mm, entre 24 et 81 mois il est de 1,55mm. Le gain moyen total est de 2mm. Avec des remaniements osseux qui se poursuivent tout au long de la période d'observation, particulièrement au-delà de 2 ans. La nouvelle trame osseuse, s'est reconstruite au col et sa densité est visuellement optimale.

Dans les secteurs postérieurs, où les forces occlusales sont bien plus élevées que dans le secteur antérieur, le gain vertical moyen atteint 1,45 mm avec un suivi de 48 mois, contre 1,15 mm en antérieur. Ces chiffres sont étonnants et à comparer avec ceux d'Akça et Çehreli, qui sont négatifs pour les implants seuls, mais pour une période plus limitée de 2 ans (Akça et Çehreli, 2008).

Ces chiffres indiquent clairement que le réglage occlusal minutieux pendant la mastication rend les faces occlusales atraumatiques, avec des forces bien réparties et maintenues dans la fourchette de stimulation osseuse. La conséquence est l'obtention de gains osseux inespérés et l'amélioration radiologique de la densité osseuse (qui est visible mais n'a pas été évaluée). Ce phénomène ne se limite pas à une seule année mais se poursuit dans le temps.

Les conséquences sont intéressantes. Elles montrent que le remodelage osseux n'est pas limité à une période courte mais se poursuit probablement aussi longtemps que la stimulation existe (jusqu'à 8 ans constatés sur un cas de cette étude et 12 ans pour un autre cas tardif non inclus), il en est de même pour la densité osseuse.

De plus ces résultats ont été obtenus sur des implants dont les cols en titane usiné sont simplement évasés, sans microspires, ni switching plateforme, sans forme complexe ni traitement de surface rugueux au niveau du microgap. On est en droit de s'interroger sur l'utilité réelle de ces caractéristiques, qui ont été introduites avec pour objectif de réduire la perte osseuse autour du col des implants et qui aboutissent le plus souvent à des résultats inverses.

Les résultats montrent également que, même si une surcharge occlusale, une interférence ou un surguidage peut être responsable de perte osseuse, à l'inverse une mise en charge maîtrisée et bien équilibrée transmet à l'implant des forces faibles et stimulantes pour l'os, permettent une augmentation du niveau osseux périphérique et une amélioration de sa densité. Les faces occlusales doivent être minutieusement équilibrées pour situer les forces occlusales dans la fourchette de stimulation osseuse.

L'application du concept de protection canine seul, qui ne permet pas d'équilibrer les faces occlusales des secteurs postérieurs, montre des résultats négatifs.

Seul le respect du modèle naturel de la mastication et de la déglutition permet à l'équilibration occlusale d'atteindre le niveau de finesse suffisant, qui est la condition déterminante du maintien et de l'augmentation du niveau de l'os péri-implantaire.

A l'inverse, il apparaît clairement que les concepts gnathologiques de l'occlusion doivent être abandonnés en implantologie parce que leurs possibilités d'équilibration trop limitées les rendent dangereux pour la pérennité des implants.

SYNTHÈSE

Chapitre 6

L'Essentiel

Tant que les caractéristiques morphologiques et nutritionnelles de l'espèce humaine sont préservées, elles lui confèrent une grande capacité d'adaptation à des environnements très différents. Elles représentent un compromis qui a permis l'adaptation de l'homme aux différents milieux de notre planète et ouvert la voie à son développement et son expansion sur pratiquement toute la surface du globe. Quel que soit le type de nourriture disponible, l'homme a pu la cuire, la préparer et la porter à la bouche avec ses mains, la mastiquer avec ses dents, la digérer et l'assimiler. Dans ces conditions, la présence de dents à croissance continue auraient pu être un inconvénient, car dans les zones à régime carné dominant, le caractère très peu abrasif de la viande n'aurait sans doute pas été suffisant pour compenser par usure la croissance continue des dents.

La manducation est une fonction princeps de la physiologie humaine qui doit être respectée et quel que soit le domaine de soins, la préservation et/ou la restauration de l'anatomie et de l'efficacité fonctionnelle des dents et de l'appareil manducateur, doivent s'imposer comme objectifs thérapeutiques.

En première analyse, il apparaît donc un certain nombre de contradictions:

- entre les caractéristiques fonctionnelles réductrices proposées, par D'Amico, et Jones, comme modèle de fonctionnement humain,
- et nos connaissances actuelles de la capacité réelle de l'appareil manducateur.

D'Amico a écrit que les humains ne fonctionnent pas en occlusion balancée, comme les herbivores, ce qui est vrai pour les adultes jeunes et intègres. Mais l'exemple qu'il donne sur la morphologie de la dentition des herbivores n'est pas pertinent. En effet le cheval, comme l'homme, ne mastique pas en occlusion balancée, ce dont doute d'Amico (1958 N°1, p. 8). Il a un côté mastiquant et un côté non mastiquant en désocclusion (Le Gall et Lauret 2011 p 134-135), comme beaucoup d'autres herbivores.

L'observation de deux hominidés et d'un cercopitécidé ayant vécu dans leur milieu naturel avec un régime alimentaire défini par d'Amico comme étant frugivore, insectivore-carnivore, montre clairement pour le premier d'entre eux une attrition extrêmement importante de toutes les surfaces occlusales, pour le second une attrition occlusale modérée/importante, mais une biocorrosion importante des tables de sortie de cycles. Quant au troisième, il montre une anatomie occlusale mandibulaire largement détruite par biocorrosion.

Ces phénomènes de biocorrosion, totalement ignorés par d'Amico, ont une relation très probable, avec l'acidité du régime alimentaire frugivore.

Ces constatations montrent bien le caractère incomplet de la réflexion de D'Amico sur le régime alimentaire humain. Les conclusions assez dogmatiques qu'il en tire sur l'usure "extra-ordinaire" des dents lors de la mastication de nourriture herbacée ont peu de pertinence et, conduisent à

la définition d'un modèle de fonctionnement humain, trop restrictif par rapport à ses possibilités réelles et son efficacité optimale.

Tous les éléments déjà développés nous amènent donc à considérer, en accord avec G. V. Black, que l'homme est un omnivore, par sa morphologie occlusale fonctionnelle et sa capacité à digérer et assimiler un régime alimentaire extrêmement varié. Ses caractéristiques nutritionnelles ont été une condition déterminante de son expansion mondiale.

Accord et Désaccord avec d'Amico

En accord avec d'Amico et Jones, nous retiendrons que:

- la canine guide le mouvement de latéroclusion, du même côté,
- la canine contro-latérale (du côté non mastiquant) assure un rôle de limitation de l'amplitude du guidage de sortie de cycle de mastication (côté mastiquant).
- L'occlusion en bout à bout des dents antérieures résulte de l'usure occlusale précoce des dents postérieures, en particulier des tables de sortie de cycle.

En désaccord avec d'Amico et Jones, nous retiendrons que:

- la définition de la Relation Mandibulo-Maxillaire en R.C. ne prend pas en compte la posture linguale et la déglutition,
- le modèle de fonctionnement de l'homme est généraliste, omnivore,
- la taille de la canine est corrélée à des critères de sélection sexuelle,
- les incisives guident la proclusion, parfois avec les canines. Les incisives réalisent la préhension du bolus et guident habituellement l'incision, souvent accompagnées par les canines et les dents postérieures.
- les molaires guident et donnent la forme aux cycles de mastication centripètes (muscles élévateurs),
- la position des canines côté mastiquant et non mastiquant a été imposée, par la cinétique de mastication des couples M1 préexistants,
- la canine côté mastiquant accompagne l'entrée de cycle centripète,
- les articulateurs mécaniques ne peuvent pas reproduire la cinétique de mastication,
- les guidages d'incision et de mastication, des dents naturelles et prothétiques, doivent être vérifiés et équilibrés en bouche, pour une efficacité fonctionnelle optimale.
- s'ils ne sont pas équilibrés en fonction réelle, il persiste des malocclusions sur les faces occlusales, qui peuvent être dangereuses pour les dents, leur parodonte et encore plus pour les implants et responsables de perte osseuse périphérique, ou de dysfonctionnements de l'appareil manducateur.
- si une équilibration est nécessaire, elle doit être réalisée et finalisée en bouche, en privilégiant les techniques d'addition.

CONCLUSION

Chapitre 7

En restant dans le registre de la fonction princeps des dents naturelles, il apparaît clairement pour d'Amico et les publications qu'il cite, que les dents servent d'abord à mastiquer. Il est utile de le rappeler, car bien des auteurs actuels sur l'occlusion, qui se réfèrent à d'Amico, semblent l'avoir totalement oublié. On peut ajouter qu'elles servent également à supporter le calage de la déglutition.

Le modèle de fonctionnement de l'appareil manducateur humain est très ancien. D'Amico écrit à ce propos: *"L'homme ne s'est pas spécialisé autant que les herbivores, et la morphologie de ses dents reste fondamentalement la même que celle de Dryopithecus"* (D'Amico N°2 1958 P 51). La formule dentaire humaine actuelle possède encore une première molaire mandibulaire de type Dryopithecus (9-12Ma Gregory et Hellman 1926,1939). Nous avons décrit le fonctionnement dynamique de cette configuration, en concordance avec le guidage du pont d'émail de la molaire antagoniste (Lauret et Le Gall 1994, 1996). Bien au delà de l'hypothèse restrictive de d'Amico sur le guidage par la canine, la morphologie et surtout la fonction du modèle Dryopithecus sont restés les mêmes. Ce modèle de fonctionnement est même encore plus ancien. Ses origines le situent au delà de 32 millions d'années (Coppens et Picq:2000) et il existe encore aujourd'hui.

Il est assez improbable que l'on puisse en dire autant de la protection canine dans un avenir proche.

Une citation remarquable de Georges Monson en 1932, reprise par d'Amico (N°1, 1958 p 9-10) mérite d'être rappelée au début de cette conclusion: *"Au lieu d'étudier les mouvements des condyles indépendamment pour déterminer la relation occlusale de deux dents opposées, nous pouvons, avec des check-bites, aller directement au problème de l'occlusion. Les mouvements des condyles peuvent être considérés comme un résultat et non comme un guide. L'élément de guidage dans la mastication de la nourriture sont les cuspidés des dents, lorsque le premier contact est réalisé avec les dents opposées. Alors que les condyles guident la mandibule vers le premier contact des dents, le guidage principal est assuré par les dents"* .

Nous souscrivons totalement à cette citation. Car lorsque Monson écrit que: *"L'élément de guidage dans la mastication...sont les cuspidés des dents"* et *"le guidage principal est assuré par les dents"* , il fait évidemment référence aux dents postérieures. Ses observations correspondent à ce que nous constatons régulièrement en réhabilitant les volumes perdus des molaires en sous-guidage, principalement par addition de composite (Figure 75). Ces tests d'addition, commencent généralement sur les couples de M1 et sont équilibrés de façon statique en calant la déglutition et dynamique en simulant la mastication. Lorsque l'équilibre fonctionnel entre la cinétique occlusale et articulaire est rétabli, les mécanismes de protection se lèvent instantanément, la puissance musculaire se libère, les cycles reprennent leur amplitude et retrouvent leur efficacité maximale, sans aucun apprentissage. Ces protocoles cliniques ont

commencé à être décrits en 1998 (Le Gall and Lauret PPAD) puis ont été progressivement développés et généralisés (Le Gall et Lauret 2002 2007, 2011).

La compréhension du fonctionnement naturel de l'appareil manducateur humain s'est faite par l'observation de jeunes adultes bénéficiant de tout leur potentiel de guidage dentaire. Ces investigations ont progressivement permis d'accéder à une meilleure connaissance de ses caractéristiques et des conditions de sa meilleure efficacité fonctionnelle (Lauret et Le Gall 1994, 1996; Le Gall et col 1994 etc, Le Gall et Lauret 2004, 2007, 2011).

Ces progrès invalident un certain nombre d'affirmations de D'Amico qui apparaissent incomplètes et parfois non fondées.

Le deuxième élément déterminant de cette conclusion est une définition du Dr Forrest Orton à laquelle nous adhérons totalement:

ORTON déclare: (cité par D'Amico N°7 July 1958 p 237) *"Qu'entendons-nous par «restauration dentaire?» Voici sa définition: «Une restauration dentaire» peut être décrite comme un substitut artificiel qui restaure la partie perdue d'une dent, d'une dent entière ou de n'importe quel nombre de dents. Le substitut, cependant, doit restituer avec précision la ou les parties perdues, et doit également restaurer leur fonction normale".*

"Cette définition est complète et précise, c'est-à-dire que nous ne pouvons pas appeler restauration, un substitut artificiel, à moins qu'il ne rétablisse sa fonction normale. Le terme normal signifie naturel. appartenant à la nature"

Il faut simplement s'entendre sur la définition d'une fonction naturelle, sans contester et interpréter à tort la sélection naturelle. Comme, par exemple, lorsque D'Amico invente un modèle de fonctionnement simplifié qui n'est pas en accord avec le modèle naturel de l'homme, ou qu'il parle de l'intention de la nature quant à la façon dont l'appareil masticatoire de l'homme devrait fonctionner et en suggérant que les petites canines chez l'homme *"semblent être des accidents d'évolution"*(N°2 1958 p127), ou encore, comme ci-dessous, en réservant les adjonctions aux seules canines... (d'Amico (N°6 1958 p 206-207): *"La restauration des zones abrasées des canines à leur dimension originale, afin d'éliminer la possibilité de développer des forces horizontales, ne sera pas seulement d'une grande aide dans la thérapie parodontale, mais elle permettra également d'éviter une nouvelle fatigue de l'ensemble du parodonte... Cette procédure est beaucoup plus souhaitable que le meulage ponctuel des cuspides et des crêtes transversales, tel que préconisé par les partisans de la théorie de l'occlusion «balancée» pratiquant cette méthode d'équilibrage."* Même s'il lutte contre les partisans de l'occlusion balancée, il est regrettable que d'Amico, réserve les additions aux seules canines, car le fait de ne pas vérifier et équilibrer la mastication directement en bouche, laisse perdurer des malocclusions sur les dents postérieures (Le Gall et coll.1994), dont les conséquences pourront être préjudiciables aux dents et leurs tissus de soutien et inverses aux objectifs affichés, sans oublier que c'est le parodonte de la canine en surguidage pendant la mastication qui en supportera également les conséquences.

Toutes ces affirmations de d'Amico indiquent une connaissance incomplète des liens de causalité qui existent entre forme et fonction. Le concept d'Anatomie Causale qui a découlé

de ces liens, a pour objectif la conception de prothèses permettant le remplacement des organes déficients et de leur fonction, ce qui nécessite une connaissance approfondie de l'anatomie fonctionnelle. Ce qui n'était pas le cas de d'Amico, à l'époque où ses articles de référence ont été publiés.

D'Amico avait-il, il y a plus de 60 ans, tous les éléments pour décrire le modèle fonctionnel de l'homme ?

A travers ces lignes, il apparaît bien que non.

Qu'il nous soit permis de rappeler un paradoxe supplémentaire de la pensée de d'Amico:

- Il cite Orton en référence, dont la vision complète et cohérente concerne la restauration des volumes fonctionnels perdus de toutes les dents.

- mais contrairement à lui, d'Amico propose un modèle de fonctionnement copié sur la désocclusion en latéralité de l'articulateur, qui tente d'empêcher les contacts fonctionnels entre les dents postérieures en prônant la réhabilitation des volumes fonctionnels perdus des seules canines. En n'envisageant pas la restauration simultanée des dents postérieures abrasées, il réduit de façon drastique leur efficacité fonctionnelle.

C'est pourquoi à la lumière de nos connaissances actuelles de la mastication, de la déglutition et du fonctionnement de l'appareil manducateur, nous avons proposé de faire évoluer le modèle en protection canine proposé par d'Amico, vers un modèle de fonctionnement naturel, en phase avec nos connaissances actuelles. Une meilleure prise en compte de la physiologie de la mastication doit permettre de corriger les erreurs qui empêchent la validation des propositions de d'Amico. C'est le fondement de la Théorie Organo-Fonctionnelle de l'Occlusion (Le Gall 2013), qui est probablement, à ce jour, la candidate la plus sérieuse au remplacement des concepts gnathologiques:

-Car, à la différence du modèle d'Amico, elle a pour objectif d'équilibrer la mastication, d'une façon naturelle, en y intégrant le calage de la déglutition.

-Car, comme Orton, elle propose la réhabilitation par addition de tous les volumes fonctionnels perdus, pendant l'incision, la mastication, et la déglutition. Seule la réalisation de ces étapes déterminantes permettra le rétablissement de l'équilibre fonctionnel de l'appareil manducateur.

-Car ses objectifs de respect ou de réhabilitation de la mastication, la déglutition et plus généralement des fonctions orales de contacts dentaires, se situent dans un cadre suffisamment élargi pour lui permettre d'intégrer de futures avancées potentielles de nos connaissances, en physiologie, CFAO ou autres, qui permettraient, une amélioration et une simplification des procédures, pour y parvenir.

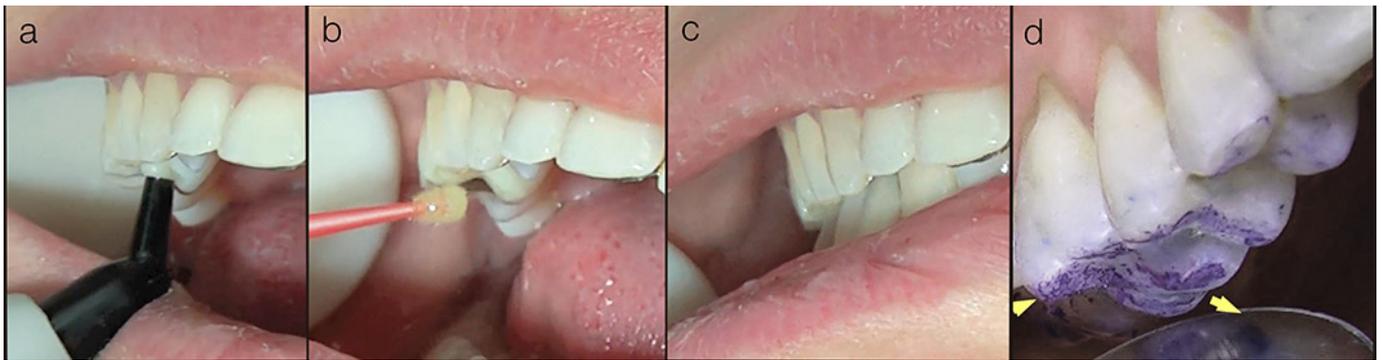


Figure 75 a,b,c,d: Les tests d'adjonction de composite (composite-up) , de collage de "chips ou coquilles" de céramique ou autres, permettent de restaurer les volumes dentaires perdus ou inadaptés et de rétablir leur fonction de façon non mutilante

Note

Les techniques de restauration par addition des volumes dentaires perdus, ont fait l'objet d'une réflexion approfondie, sur la façon de les mettre en œuvre avec les matériaux actuels. Elles obéissent à un protocole précis qui n'a pas été développé dans cet ouvrage publié en ligne.

Pour plus d'information sur ce thème, il faut se référer:

- Soit à l'ouvrage en Français: "La Fonction occlusale : implications cliniques"

Le Gall Marcel G. et Lauret Jean-François (†): 3ème édition augmentée Editions CDP 2011 Paris www.editionscdp.fr/ (première édition 2012 Françaises, Italiennes, Portugaise)

- Soit au site internet en Français et Anglais: www.mastication-ppp.net
www.mastication-ppp.fr

- Soit aux nombreux articles en Français et Anglais, dont les pdf sont accessibles gratuitement depuis le site internet ci-dessus, dans la rubrique "publicatons" à partir d'un lien Dropbox.

• Soit aux vidéos cliniques, en Français et Anglais, disponibles sur le site ou directement en ligne: <https://youtu.be/3UdTX2Pzxiw>

<https://youtu.be/5i9cUZRwNns>

• Certains liens fonctionnent en cliquant directement dessus. D'autres doivent être recopiés sur le navigateur internet.

• Les PDF de la majorité des articles des auteurs sont directement accessibles en cliquant le lien dropbox suivant:

https://www.dropbox.com/sh/s5dju5pa4y38np/AAB_Pid6iRrarg2lWXkOsN2qa?dl=0

LISTE DES ABRÉVIATIONS

ADAM: Algies et Dysfonctionnement de l'Appareil Manducateur

ATM: Articulation Temporo-Mandibulaire

DAM: Dysfonctionnement de l'Appareil Manducateur

CADCAM: Computer Aided Design Computer Aided Manufacturing

CFAO: Conception et Fabrication Assistée par Ordinateur

DA: Digastrique Antérieur

DP: Digastrique Postérieur

EMG: Électromyographie

Ka: milliers d'années

Ma: millions d'années

M: Masséter

MP: Masséter Profond

MS: Masséter Superficiel

OIM: Occlusion d'Intercuspitation Maximale

OPC: Occlusion en Protection Canine

PAT: Prothèse Adjointe Totale

PLI: Ptérygoïdien Latéral Inférieur

PLS: Ptérygoïdien Latéral Supérieur

PM: Ptérygoïdien Médial

RC: Relation Centrée

RMM: Relation Mandibulo-Maxillaire

RI: Relation Intermaxillaire

T: Temporal

TA: Temporal Antérieur

TM: Temporal Moyen

T: Temporal Postérieur

Tribosphénique: Dents Tribosphéniques (Granat et Peyre 2011): désigne les dents cuspidées de certains mammifères primitifs et des primates. Ce sont les premières dents occlusales. Leur morphologie spécifique leur donne un rôle dominant dans le calage occlusal et/ou la mastication.

BIBLIOGRAPHIE

Les articles des auteurs, portant la mention pdf, sont directement accessibles en cliquant le lien dropbox suivant:

https://www.dropbox.com/sh/s5djul5pa4y38np/AAB_Pid6iRrarg2lWXkOsN2qa?dl=0

Ackermann F. Occlusodontologie et Occlusodontie Occlusodontology and Occlusodontia
Équilibrations et Réhabilitations Occluso-Articulées
Rev. Fr. Odonto-Stoma. Tome XI Aout-Sept 1964 p 114

Akça K. and Cehreli MC. Two-year prospective follow-up of implant/tooth-supported versus freestanding implant-supported fixed partial dentures. Int J Periodontics Restorative Dent 2008;28:593-599.

Andrews L. F. The six keys to normal occlusion. Amer J Orthod 1972;62(3):296-309.

Black G.V. Descriptive Anatomy of the human teeth 1890 The Willington Dental Manufacturing Co
1413 Filbert street Philadelphia

Bonnet B. Un appareil de reposturation : l'enveloppe linguale nocturne (ELN).
Rev orthop Dento Faciale, 1992 ; 26 : 329-347

Bonnet B : L'Enveloppe Linguale Nocturne (ELN). In Château Orthopédie dento faciale. T. 2, 6ème ed
Paris: CdP, 1993; 248-251

Bonnet B. "O.D.F. et O.R.L. face à l'insuffisance faciale" et à l'hyperdivergence
Rev Orthop Dento Faciale 2010 ; 44 pdf

Brunet M et Picq P. "La grande expansion des Australopithèques" P. 256; in "Aux Origines de l'humanité" Coppens Y. et Picq P . Directeurs scientifiques, Fayard ed 2001 Vol1

Campbell, S.K. "Le contrôle nerveux de la mastication." Chir. Dent. Fr., 1985, 308 : 41-45

Champ Martine. Digestion des glucides chez le monogastrique. Reproduction Nutrition Développement, 1985, 25 (4B), pp.819-842. <hal-00898341>

Christensen C. "The problem of the bite" Dent Cosmos 1905; 47:1184

Coppens Y et Picq P: Directeurs scientifiques Auteurs: Anati E, Barriel V, Berthelet A, De Bonis L, Brunet M, Chavaillon J, Hublin JJ, Jaeger JJ, Picq P, Senut B, Thomas H, Vandermermeers B. Aux Origines de l'humanité. Fayard ed 2001 Vol1

Cuvier Frédéric (1773-1838): Des Dents des mammifères considérées comme caractères zoologiques 1825

[Étienne Geoffroy Saint-Hilaire](#) et Frédéric Cuvier l'Histoire naturelle des Mammifères (4 volumes, 1824-1842).

(Cuvier Frédéric est le frère de l'anatomiste Cuvier Georges 1769-1832)

Cuvier Georges 1769-1832 - Leçons d'anatomie comparée (vol 1 à 5 1800-1805) -

[Le Règne animal distribué d'après son organisation](#): pour servir de base à l'histoire naturelle des animaux et d'introduction à l'anatomie comparée Tome 1 1817: p246-270 (4 volumes, 1817)

D'Amico Angelo. The Canine Teeth: Normal functional Relation of the Natural Teeth of Man
Accepted Theories on Normal Occlusion of the Natural Teeth of Man
Origin and Evolution of the Natural Teeth of the Primates Including Man
The living Apes: Dietary and Eating Habits. The Fossil Apes (Man Apes)
S. Ca. State Dent. Assoc. J. Jan. 1958 Vol 26 N°1

D'Amico Angelo. The Canine Teeth:Normal functional Relation of the Natural Teeth of Man (Continued)
A Study of the Morphology of the dentition of the herbivorous and Carnivorous.
The Pre-White and Present Australian aboriginal
S. Ca. State Dent. Assoc. J. Feb. 1958 Vol 26 N°2

D'Amico Angelo. The Canine Teeth:Normal functional Relation of the Natural Teeth of Man (Continued)
The Edge to Edge Bite: Resolution of its Development
The California Indian
S. Ca. State Dent. Assoc. J. Apr. 1958 Vol 26 N°4

D'Amico Angelo. The Canine Teeth:Normal functional Relation of the Natural Teeth of Man (Continued)
The dentition of the Present California Indian
S. Ca. State Dent. Assoc. J. May. 1958 Vol 26 N°5

D'Amico Angelo.The Canine Teeth:Normal functional Relation of the Natural Teeth of Man (Continued)
Mechanics of Mastication: Resolution of the Opposing Forces
S. Ca. State Dent. Assoc. J. June. 1958 Vol 26 N°6

D'Amico Angelo Functional Occlusion of the Natural Teeth of Man (Concluded)
Summary and Personal Notes
S. Ca. State Dent. Assoc. J. July. 1958 Vol 26 N°7

D'Amico Angelo Normal functional Relation of the Natural Teeth of Man
Fixed Partial Dentures
J. Prost. Den. Sept-Oct 1961 Vol 11, N°5

Darwin C. In: De l'Origine des Espèces au Moyen de la Sélection Naturelle, 1859 Londres

Darwin C.; The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex 1871 London

Darwin C.: La Filiation de l'homme et la sélection liée au sexe 1871

De Ramecourt G.: "Grandes chasses et petites choses d'Afrique" Firmin-Didot ed. Paris 1970

Deffez J.P., Fellus P., Gérard C. Rééducation de la déglutition salivaire. Guide clinique

CDP Ed. Paris 1995 p. 33 p. 80-81 p. 55-75

Delow, P.G.; "Lund, J.P. Evidence for central timing of rythmical mastication."
J. Physiol. (London), 1971, 215:1-13

Deshayes M-J. "Dentofacial Orthopedics to Treat facial asymmetries before 6 years of age."
Orthod. Fr. 2010; 81: 1-6

Deshayes M-J. Orthopédie Dento-Faciale: "traitement des asymétries faciales avant l'âge de 6 ans."
Orthod. Fr. 2010; 81: 1-6

Fontenelle A.; Woda A: Physiologie de l'appareil manducateur In Chateau M.: Orthopédie Dento-Faciale, Bases Scientifiques; 1993 Ed C.D.P. Paris, 212-221

Fontenelle A.; Woda A: Physiologie de l'appareil manducateur In Chateau M.: Orthopédie Dento-Faciale, Bases Scientifiques; 1993 Ed C.D.P. Paris,

Fournier, M. In Chauvois, A., Fournier, M., Girardin, F.
Rééducation des fonctions dans la thérapeutique orthodontique SID Ed Paris 1991p.78-121

Gallo L.M. Modeling of Temporomandibular Joint Function Using MRI and Jaw-Tracking
Technologies-Mechanics Cells Tissues Organs 2005;180:54-68

Gaudy, J.F.; Hadida, A.; Brunel, G.; Tavernier, J.C.
Les muscles masticateurs possédant une insertion capsulo- méniscale au niveau de l'articulation temporo-mandibulaire. Inf. Dent., 1992, 39 : 3517-3522

Gaudy J.F. Ouvrage Anatomie clinique: 2eme édition Editions CDP.2007 Paris www.editionscdp.fr/

Gibbs C.H.; Lundeen H.C.; Mahan P.E.; Fujimoto J.
Chewing movements in relation to border movements at the first molar. J Prosthet Dent 1981; 46: 308-322

Gibbs, C.H. "Occlusal forces during chewing. Influences of biting strength and food consistency."
J.Prosthet.Dent., 1981,46 (5) : 561-574.

Granat J. et Peyre E. L'histoire des dents de l'homme et l'histoire de l'origine du genre homo. History of the human teeth and history of the origin of the genus homo
Actes Société Française d'histoire de l'Art Dentaire 2011, 16 P 57-62

Granat Jean Histoire naturelle des dents humaines 2001 On Line: Granat Jean SFHAD 2001

Granat J., Peyre E. L'histoire des dents de l'homme et l'histoire de l'origine du genre homo. History of the human teeth and history of the origin of the genus homo Actes.
Société française d'histoire de l'art dentaire, 2011, 16

Grancher Denis DMV, Dr Nutr. MCU. ENV. Lyon Strasbourg 9 déc 2009 Alimentation des Carnivores
Physiologie, besoins, Produits et tendances- Les hydrates de carbone dans l'alimentation du chien.

- Gregory, W. K., and Hellman M 1926 Dentition of Dryopithecus and the origin of man, *Anthrop. Papers Am. Mus. Nat. Hist.*, 28: 1-123
- Gregory, William. King. and Hellman, Milo. The South African Fossil Man Apes and the Origin of the Human Dentition. *J Am Dent Assoc* V. 26 Pt 1 January-June 1939)
- Guichet, N.F. "Biologic laws governing functions of muscles that move the mandible. Part I. Occlusal programming". *J.Prosthet.Dent.*,1977, 37 (6) : 648-656.
- Gysi A. "The problem of articulation." *Dent Cosmos* 1910; 52:1-19, 148-169, 403-418.
- Gysi A. Masticating efficiency in natural and artificial teeth, III. The bites in natural and porcelain teeth. *Dent Dig* 1915; 2:139-45
- Gysi A. Practical application of research results in denture construction. *J Am Dent Assoc* 1929;16:199-223.
- Hennig W. "Phylogenetic Systematics", Univ. of Illinois Press, Urbana 1966
- Horio, T.; Kawamura, Y. Effect of texture of food on chewing patterns in the human subject. *Oral Rehabilitation*, 1989,16 : 177-183
- Ingervall B. "Retruded correct position of mandible. A comparison between children and adults" *Odont. Rev. J.* 1964 ; 15 : 130-149
- Jankelson B. and Swain CW, *Physiological Aspects of Masticatory Muscle Stimulation*, Myomonitor, coll. « The Quintessence Intl » (no 12), 1972
- Jones H. G. Australian Aboriginal, *American Journal of Physical Anthropology*, Sept. 1947
- Joerger, R. La relation centrée, un concept métaclinique *Stratégie Proth* 2005, (5)5: 369-376
- Joerger Roger, Le Gall Marcel G., Baumann Bertrand. "Mastication et Déglutition : Tracés axiographiques : Essai Clinique" *Cah. Prothèse* 2012; juin 158: 45-54 [pdf](#)
- Inoue T, Kato T, Masuda Y, Nakamura T, Kawamura Y, and Morimoto T. Modifications of masticatory behavior after trigeminal deafferentation in the rabbit. *Exp Brain Res* 74: 579-591, 1989.
- Johnsen SE and Trulsson M. Receptive field properties of human periodontal afferents responding to loading of premolar and molar teeth.*J Neurophysiol* 89: 1478-1487, 2003a
- Johnsen S E. and Trulsson M: Encoding of Amplitude and Rate of Tooth Loads by Human Periodontal Afferents From Premolar and Molar Teeth. *J Neurophysiol* 93: 1889-1897, 2005
- Jones Hector G. La Dentition Primaire des Homo Sapiens et la Recherche de ses Caractéristiques Primitives. *American Journal of Physical Anthropology* vol 5 N.S. N°3 September 1947
- Jones Hector G. The Primary Dentition in Homo Sapiens and the Search for Primitive Features *American Journal of Physical Anthropology* vol 5 N.S. N°3 September 1947

Jones Hector G. Toowoomba, Queensland, Australia

Katsavrias Elias G.

Changes in Articular Eminence Inclination During the Craniofacial Growth Period
The Angle Orthodontist: 2002 Vol. 72, No. 3, pp. 258-264

Lambrechts p., Goovaerts k., Bharadwaj d., de Munck j., Bergmans I., Peumans m., Van Meerbeek b.
Degradation of tooth structure and restorative materials: A review Sciencedirect Wear 2006;261(9):
980-986 Cat 1

Laskin D.M. Etiology of the pain dysfunction syndrome J.Amer. Dent. Assoc. 1969; 79:147-153

Laskin D.M. Etiologie du syndrome " pain dysfunction " Info. Dent.. 1977; 20:21-31

Lauret J.F. et Le Gall M.G. "La mastication: Une réalité oubliée par l'occlusodontologie?" Cah.
Prothèse 1994; 85, 30-46 [pdf](#)

Lauret J.F., et Le Gall M.G. "The function of mastication: A key determinant of dental occlusion" Pract.
Perio. Aest. Dent 1996 [pdf](#)

Lavigne G, Kim JS, Valiquette C, and Lund JP. Evidence that periodontal pressoreceptors provide
positive feedback to jaw closing muscles during mastication. J Neurophysiol 58: 342-358, 1987.

Le Bell, Y. et Kirveskari, P. Treatment of the reciprocal clicking of the temporo-mandibular joint with a
repositioning appliance and occlusal adjustment after 6 years. Proceedings of the Finnish Dental
Society 1990, 86: 15-21

Le Gall, M.G. et Saadoun A.P. Quelle surface portante pour un implant?
J. Parodontol. 1993; 4:317-332 [pdf](#)

Le Gall M.G., Lauret J.F., Saadoun A.P. "Chewing forces and Implant Bearing Surface" Pract. Perio.
Aest. Dent 1994. 9: 37-48 [pdf](#)

Le Gall M.G. et Saadoun A.P. "Maintenance en Implantologie" Part II: Maintenance Prothétique et
Occlusale" Clinic 1995; 5: 337-346. [pdf](#)

Le Gall M. G. "The impact of occlusion on implants and implant componentry-Part I". D.I.U. 1996;
8:61-64. [pdf](#)

Le Gall M. G, Lauret J.F. "The function of mastication: Implications for Occlusal Therapy" Pract. Perio.
Aest. Dent 1998; 2 : 225-229. [pdf](#)

Le Gall M.G., Lauret J.F. "Réalité de la mastication: 1ère partie Conséquences Pratiques" Cah.
Prothèse 1998; 103: 13-21 [pdf](#)

Le Gall M.G., Lauret J.F. "Réalité de la mastication: 2ème partie Nouvelle démarche clinique" Cah.
Prothèse 1998; 103: 23-29 [pdf](#)

Le Gall Marcel G., Lauret Jean-François Ouvrage "Occlusion et Fonction : Une approche clinique rationnelle". Editions CDP.2002 et 2004 Paris www.editionscdp.fr/

Le Gall Marcel G., Lauret Jean-François (†) Ouvrage : Nouvelle édition largement augmentée "La Fonction occlusale : implications cliniques" Editions CDP.2008 Paris www.editionscdp.fr/

Le Gall Marcel G., Joerger Roger, Bonnet Bruno "Où et comment situer l'occlusion des patients ? Relation centrée ou position de déglutition guidée par la langue ?" Cah. Prothèse 2010; juin 150: 33-46 [pdf](#)

Le Gall Marcel G., Lauret Jean-François (†) Ouvrage : 3ème édition augmentée "La Fonction occlusale : implications cliniques" Editions CDP 2011 Paris www.editionscdp.fr/

Le Gall Marcel G. "Ajustement Physiologique de l'Occlusion : 1ère partie : Comment Régler l'Occlusion de Déglutition". Rev. Odont. Stomat. Sept. 2013; 42:198-210 (article publié en français et anglais) "Physiologic balancing of Occlusion Part one.: How can swallowing occlusion be adjusted ?" [pdf](#)

Le Gall Marcel G. "Ajustement Physiologique de l'Occlusion : 2ème partie : Comment Ajuster les Faces Occlusales Postérieures". Rev. Odont. Stomat. Nov. 2013; 42: 243-257 (article publié en français et anglais) "Physiologic balancing of Occlusion Part two : How to adjust posterior occlusal faces?". [pdf](#)

Le Gall M.G. New extended website on the topic : mastication-ppp.net (Physiology and Practical Procedures) 2016, English: www.mastication-ppp.net www.mastication-ppp.fr

Le Gall M.G. Nouveau site internet augmenté, sur le thème : mastication-ppp.net (Physiologie et Procédures Pratiques) 2016-18, Français : www.mastication-ppp.net www.mastication-ppp.fr

Le Gall M.G. et Le Gall N. "Incidence du Schéma Occlusal sur le Niveau Crestal Peri-Implantaire". J.P.I.O. Février 2016 ;127 (vol. 35) : 9-22 [pdf](#)

Le Gall M.G. and Le Gall N. "Impact of the Occlusal Scheme on the Peri-Implant Crestal Bone Level". J.P.I.O. February 2016 ;127 (vol. 35) : 9-22

Lewin, A. Electrognathographics : Atlas of diagnostic procedures and interpretation. Quintessence Publishing Co. Chicago, 1985

Lucia V. "A Technic for Recovering Centric Relation" J.P.D. June 1964

Lund, J.P.; Olsson, K.A. "The importance of reflexes and their control during jaw movement." Trends Neuroscience 1983, 6: 458-463.

Lundeen H.C.; Gibbs C.H. Advances in occlusion. John Wright, Boston 1982

Mac Collum BB. Fundamentals involved in prescribing restorative dental remedies Dent Items 1939 ; 61 : 522-35, 641-48, 724-36, 852-63, 942-50.

Mac Cown Théodore, Professeur à l'Université de Californie

Mac Namara JA, Seligman DA, Okeson JA. Occlusion, orthodontic treatment, temporomandibular disorders: a review. *J Orofac Pain* 1995;9:73-90

Mei N.; Hartmann F.; Roubien R. Caractéristiques fonctionnelles des mécanorécepteurs des ligaments dentaires chez le chat. *J. Biol. Buc*, 1975, 3: 24-39.

Mohlin BO, Derweduwen K, Pilley R, Kingdom A, Shaw WC, Kenealy P *Angle Orthod.* 2004Jun;74(3): 319-27. Malocclusion and temporomandibular disorder: a comparison of adolescents with moderate to severe dysfunction with those without signs and symptoms of temporomandibular disorder and their further development to 30 years of age.

Moloney, F. et Howard J.A. Internal derangement of TMJ III Anteriorespositionning splint therapy. *Australian Dental Journal* 1986, 31: 30-39

Mongini F. Remodelling of the mandibular condyle in the adult and its relationship to the condition of the dental arches. *Acta Anat* 1972; 82:437-53.

Mongini F. Dental abrasion as a factor in remodeling of the mandibular condyle. *Acta Anat* 1975; 92:292-300.

Mongini F. Anatomic and clinical evaluation of the relationship between the temporomandibular joint and occlusion. *J Prosthet Dent.* 1977 Nov; 38:539-51

Mongini, F.; Tempia-Valenta, G.; Benvegna, G.
"Computer based assessment of habitual mastication". *J Prosthet Dent* 1985; 55 (4) : 638-649.

Monson, George S.. *Applied Mechanics to the Theory of Mandibular Movements.* Dental Cosmos, November, 1932.

Moyers, Robert E., Some Physiologic Considerations of Centric and other Jaw Relations. *Journal of Prosthetic Dentistry*, March 1955. Vol. 6, No. 2. P 183

Murphy, T. R. "The timing and mechanism of the human masticatory stroke." *Arch Oral Biol* 1965;10:981.

Nakamura, T.; Inouet, t.; Ishigaki, S.; Moritomo, T.; Maruyama, T. "Differences in mandibular movements and muscle activities between natural and guided chewing cycles." *Intern J. Prosthodont.*, 1989 ; 2 (3):249-253.

N'Gom P, Bonnet L, Woda A. "Influence de la mastication sur la santé" *Info. Dent.* 2000; 19, Mai: 1367-1378

Nickel JC, McLachlan KR, Smith DM. Eminence development of the postnatal human temporomandibular joint. *J Dent Res.* 1988; 67:896-902

Nishio, K.; Miyauchi, S.; Maruyama, T. "Clinical study on the analysis of chewing movements in relation to occlusion." *J Craniomandib Prac* 1988; 6 (2) : 113-123.

- Palla, S. Les effets à long terme des désordres temporo-mandibulaires *Réalités Cliniques* 1996, 2: 229-238
- Palla S., Gallo LM, Gössi D. Dynamic stereometry of the temporomandibular joint *Orthodontics & Craniofacial Research* 2003 ; 6 (1) : 37-47.
- Parfitt, G.S. Measurement of the physiologic mobility of individual teeth in an axial direction *J. Dent. Res.* 1960; 39: 68
- Picq P. Quand l'anthropologie remet en question la fonction canine
Le Journal de la SOP, JSOP, Paris Déc 2007
- Picq P. La canine humaine: évolution et signification adaptative. *Revue Orthop Dento-Faciale* 2010;44:9-15
- Picq P et Coppens Y: Directeurs scientifiques Auteurs : Anderson J, Berge C, Boesch C, Cyrulnik B, Deputte B, Ducros A, Ducros J, de Fontenay E, Gasc JP, Hladik, Van Hooff J, Lestel D, Picq P, Thierry B, Vauclair J, De Waal F. *Le propre de l'homme*. Fayard ed 2002 vol2
- Picq P. et Lemire L. *A la recherche de l'homme* Paris Nil ed. 2002
- Posselt, U. *Studies in the mobility of the human mandible*. J. Prélat Ed., Paris 1968
- Posselt U. "Physiologie de l'occlusion et réhabilitation". P.66 Julien Prélat Ed. Paris, 1968
- Pröschel, P. An extensive classification of chewing patterns in the frontal plane.
J Craniomandib Prac 1987; 5 (1) : 56-68.
- Rinchuse DJ, McMinn J. Summary of evidence-based TMD systematic reviews. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006
- Rinchuse Donald J., Kandasamy Sanjivan, and Sciote James. A contemporary and evidence-based view of canine protected occlusion *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007; 132: 90-102
- Rioch, J.M. "The neural mechanism of mastication." *Am. J. Physiol.*, 1934, 108:168-176
- Romette D. "La déglutition adulte normale, mythe ou réalité ?"
Rev. Odontostomatol., 1976 ; 5 :365-371.
- Rosenthal "Une analyse simple pour déterminer la nécessité d'un traitement occlusal"
J.Prosthet.Dent. 1980; April
- Saint-Hilaire Étienne Geoffroy et Cuvier Frédéric *l'Histoire naturelle des Mammifères* (4 volumes, 1824-1842).
(Cuvier Frédéric est le frère de l'anatomiste Cuvier Georges 1769-1832)
- Savage T.S. et Wyman 1843-44 pp. 382-383. introuvable voir ci-dessous

Savage T.S. et Wyman J., Notice of the external characters and habits of Troglodytes gorilla, a new species of orang from the Gaboon River, osteology of the same, vol. 5, Boston J. Nat. Hist. 1847, p. 417-443.

Sessle, B. J. How mastication and swallowing programmed and regulated? In: Sessle, B. J. and Hannam, A. G. (eds.); Mastication and swallowing: biological and clinical correlates. Univ. Toronto Press, Toronto 1976

Sherrington, C. S. "Reflexes elicitable in the cat from pinna vibrissae and jaws." J. Physiol., 1917, 51: 404-431

Sherwood-Romer Alfred, cité par Catherine Vincent "Les mammifères une histoire de molaires" Le Monde Hors Série Avril-Mai 2009 ; 26-27

Sigogneau-Russel D. "Les mammifères au temps des dinosaures" Paris, Masson éd. 1991)

Sicher H., Dubrul E.L. In Oral Anatomy (6th ed.) p 173 The C.V. Mosby co St Louis 1975

Spee, F.G. "The condylar path of the mandible along the skull." (Arch. Anat Physiol 1890; 16: 285-294 (in German), J Am Dent Ass 1980; 100: 670-675 (English translation)

[Stawarczyk B](#) 1, [Liebermann A](#), [Eichberger M](#), [Güth JF](#). Evaluation of mechanical and optical behavior of current esthetic dental restorative CAD/CAM composites J Mech Behav Biomed Mater 55, 1-11 (2015- 2016)

Steiner, J.E.; Michman, J.; Litman, A. "Time sequence of the activity of the temporal and masseter muscles in healthy young human adults during habitual chewing of different test foods." Arch. Oral Biol. 1974, 19: 29-34.

Taylor, A. "Neurophysiology of the jaws and teeth" ., Macmillan Press, Londres, 1990.

Tomes, Charles, S. 1882 "A Manual of Dental Anatomy" second edition p 273 citant Cuvier Frédéric (1773-1838): Des Dents des mammifères considérées comme caractères zoologiques 1825

Tomes, Charles, S. 1923 "A Manual of Dental Anatomy" p.463 citant Cuvier Frédéric (1773-1838): Des Dents des mammifères considérées comme caractères zoologiques 1825;

Trulsson M and Johansson RS. Encoding of tooth loads by human periodontal afferents and their role in jaw motor control. Prog Neurobiol 49:267-284, 1996b.

Türker KS. "Reflex control of human jaw muscles" Crit Rev Oral Biol Med 13:85-104, 2002.

Van Hoof P. "Vivre en groupe" p 220, 221 In Picq P et Coppens Y: Directeurs scientifiques Auteurs : Anderson J, Berge C, Boesch C, Cyrulnik B, Deputte B, Ducros A, Ducros J, de Fontenay E, Gasc JP, Hladik, Van Hooff J, Lestel D, Picq P, Thierry B, Vauclair J, De Waal F. Le propre de l'homme. Fayard ed 2002 vol2

Wilkinson, T.M. The relationship between the disk and the lateral pterygoid muscle in the human temporomandibular joint. J. Prosthet. Dent. 1988, 60(6) : 715-724.

Wood, W.W. Medial pterygoid muscle activity during chewing and clenching. J Prosthet Dent 1986; 55(5): 615-621.

Wood, W.W. A review of masticatory muscle function J Prosthet Dent 1987;57(2):222-232.

Yaeger, J.A. "Mandibular path in the grinding phase of mastication." A review. J Prosthet Dent 1978, 39 (5) : 569-573.

Yerkes Robert and Ada W. "The great Apes" Yale University Press December 1945 P 231

Yung, J.P.; Carpentier, P.; Marguelles-Bonnet, R.; Meunissier, M. Anatomy of the temporomandibular joint and related structures in the frontal plane. J. Craniomandib. Prac., 1990, 8(2) : 101-107.

AUTEURS

Marcel G. LE GALL, Docteur en Chirurgie Dentaire, Membre Associé de l'Académie Nationale de Chirurgie Dentaire, Diplômé de l'ICOI, Master of the AAIP.

Adresse: 87 Avenue de la Côte d'Azur 06190 Roquebrune Cap Martin (France)

Tél.: +33 6 85 13 86 22 Email: mglegall@free.fr mglegall@bbox.fr

Website: www.mastication-ppp.net

Roger. JOERGER, Docteur en Chirurgie Dentaire, Maître de Conférences de l'Université de Strasbourg

Organisateur du Diplôme Universitaire d'Occlusion Fonctionnelle, Faculté de Chirurgie Dentaire de l'Université de Strasbourg

Adresse professionnelle: 5, rue Division Leclerc 67000 Strasbourg Tél.: +33 3 88 32 14 62

Email: r.joerger@wanadoo.fr

Quatrième de couverture

Résumé

L'analyse des articles fondateurs du concept de protection canine, par Angelo d'Amico en 1958 et 1961, indique que de nouveaux travaux importants ont été publiés depuis cette époque. Ils concernent la physiologie de la mastication et la déglutition, le rôle de la proprioception, la sélection sexuelle par la taille des canines et les possibilités et les limites de reproduction de la fonction par les articulateurs. Ces avancées des connaissances, encore mal connues ou ignorées, entre 1958 et 1961, ne permettraient pas aujourd'hui, la publication d'une grande partie des travaux de d'Amico sur l'occlusion en protection canine. Bien que le principe de protection canine soit encore très utilisé en clinique, ces nouvelles données incitent tout de même à s'interroger sur la nécessité d'une approche actualisée des fonctions orales, qui soit plus physiologique. Ce qui permettrait de lever le discrédit qui s'est installé sur l'occlusion, suite aux déconvenues consécutives à l'application de concepts mécanistes complexes et très éloignés de la mastication et la déglutition, qui sont les fonctions naturelles de l'appareil manducateur.

Summary

The analysis of the founding articles, published by Angelo d'Amico in 1958 and 1961, indicates that since that time, important new works have been published. They concern the physiology of chewing and swallowing, the proprioception, the role of sexual selection in the size of the canines and the possibilities and limits of the reproduction of function on classical articulators. These advances in knowledge, still poorly known or ignored, between 1958 and 1961, would not allow today the publication of much of D'Amico's work on Canine Protected Occlusion. Although this principle is still widely used clinically, these new data still encourage us to question the need for a new approach to oral functions, which is more physiological. This would remove the discredit that exists on the occlusion, following the disappointments resulting from the application of complex mechanistic concepts, and far removed from chewing and swallowing, which are the natural functions of the masticatory apparatus.

Faculté de Chirurgie Dentaire - Université de Strasbourg France

Cet ouvrage numérique est téléchargeable à partir du site de l'UNISTRA:

www.univoak.eu ou d'un navigateur internet