



**HAL**  
open science

## Alimentation des Séniors-comprendre le rôle de la mastication

Marie-Agnès Peyron, Jean-Luc Veyrune, Alain Woda

► **To cite this version:**

Marie-Agnès Peyron, Jean-Luc Veyrune, Alain Woda. Alimentation des Séniors-comprendre le rôle de la mastication. Innovations Agronomiques, 2013, 33, pp.93-103. 10.17180/xeh-wm31 . hal-02746868

**HAL Id: hal-02746868**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02746868>**

Submitted on 29 Mar 2024

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

## Alimentation des séniors, comprendre le rôle de la mastication

Peyron M.A.<sup>1</sup>, Veyrune J.L.<sup>2</sup>, Woda A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> INRA Theix, Unité de Nutrition Humaine (UMR 1019), F-63122St Genès Champanelle

<sup>2</sup> Laboratoire CROC, Faculté Dentaire, Université d'Auvergne, F-63000 Clermont-Ferrand

**Correspondance** : marie-agnes.peyron@clermont.inra.fr

### Résumé

La prévalence de l'édentement augmente fortement avec l'âge et entraîne des difficultés d'alimentation liés à une déficience de la mastication. Les séniors présentant des pertes dentaires sont souvent amenés à modifier leurs choix alimentaires vers des aliments faciles à mastiquer mais moins intéressants sur le plan nutritionnel. Mais les aliments qu'ils consomment sont mal mastiqués et avalés alors qu'ils ne sont pas assez déstructurés. La digestion est retardée, les nutriments sont moins bien extraits de la matrice alimentaire et moins bien assimilés. La diminution des stimulations orales prive également l'organisme du séniors de nombreux mécanismes réflexes dont le rôle en conditions normales est de préparer le tube digestif à l'aliment ingéré pour en optimiser l'assimilation. Les liens observés entre édentement et état nutritionnel sont de plus en plus forts.

**Mots Clés** : Mastication, bol alimentaire, vieillissement, édentement, nutrition

### Abstract: Feeding of an elderly: understand the role of mastication

Teeth loss increases with ageing and leads to feeding difficulties with masticatory deficiency. Elderly people presenting teeth loss often modify food choice toward easier-to-chew foods but less interesting for nutrition. When foods are consumed, they are badly chewed and swallowed without enough disruption. Digestion is delayed, nutrients less extracted form food matrix, and consequently less easily absorbed. The decrease in oral stimulations leads to depriving the organism of the senior of several reflex mechanisms whose role is to prepare digestive tract to the food ingested in order to optimize assimilation. Links observed between edentulousness and nutritional state grows stronger.

**Keywords**: Mastication, food bolus, ageing, edentulousness, nutrition

### 1. Contexte - Introduction

Au même titre que l'ensemble des organes et structures de l'organisme, les différents éléments de la cavité buccale subissent le vieillissement qui est un processus lent et progressif touchant aussi bien les structures buccales que les fonctions. Le vieillissement de la sphère orale concerne en effet les dents mais aussi leurs tissus de soutien, les muqueuses, les récepteurs et les fibres nerveuses qui innervent toutes ces structures, ou encore la qualité de la salive...etc. La bouche en général, et les dents en particulier sont le premier contact de l'aliment avec l'appareil digestif. La perte de dents, un mauvais état bucco-dentaire, des douleurs, dents cassées ou absentes, des prothèses inadaptées sont autant de raisons qui peuvent être à l'origine de difficultés à assurer les fonctions orales de mastication, salivation ou déglutition. Ces situations peuvent bien sûr se retrouver à tout âge mais leur prévalence subit une augmentation importante chez les séniors. En effet, le déclin de l'appareil masticateur s'accélère au cours du vieillissement.

S'il peut être tout à fait réussi chez une personne ayant une bonne santé orale, le vieillissement a un retentissement sur la santé en général s'il s'accompagne des facteurs aggravants de perte dentaire et déficience au niveau des fonctions orales. Or, la prévalence de l'édentement augmente avec l'âge. Le taux d'édentement chez les séniors de plus de 65 ans varie en Europe entre 12% en Italie et près de 70% en Islande. L'épidémiologie des personnes âgées édentées est peu faite en France, mais on estime qu'au moins deux millions de séniors seraient totalement édentés, avec un taux moyen de 30% pour les plus de 70 ans.

En termes de prise alimentaire, il semble donc que l'âge du séniors ne soit pas le seul facteur pertinent à considérer, mais l'état oral en général et dentaire en particulier devrait être pris en compte dans un souci d'adaptation de l'offre alimentaire pour lutter contre les problèmes de nutrition de cette population fragilisée. En effet, si la personne âgée ayant une bonne santé orale ne change pas particulièrement son alimentation, la perte de dents, ou édentation, amène le séniors à privilégier des aliments mous, plus sucrés, plus riches en gras, qui d'une part peuvent aggraver l'état oral, et d'autre part conduire à une alimentation déséquilibrée (malnutrition) ou insuffisante (dénutrition).

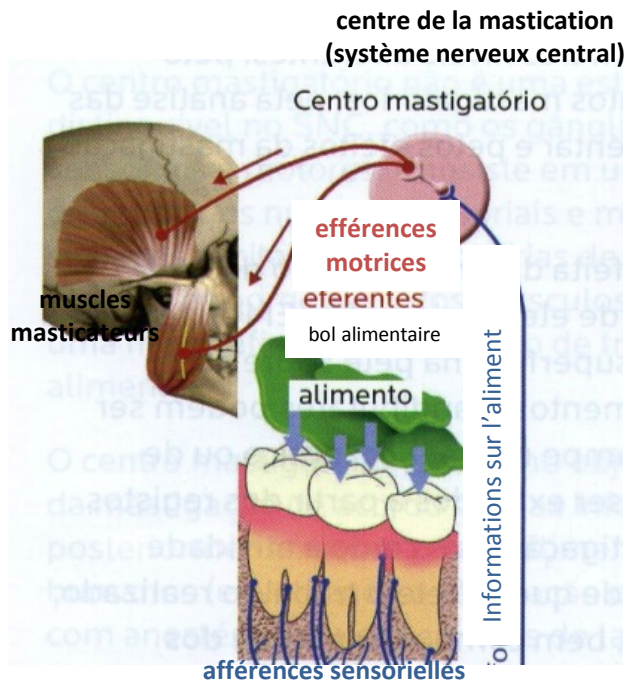
Avec le vieillissement, augmentent la prévalence des soucis nutritionnels et de l'édentement. Ces deux constats ont été souvent faits séparément, ou quelque fois de façon associée, mais aucune étude n'a jusque-là montré de lien de causalité. Néanmoins, les indicateurs de santé orale apparaissent comme étant très pertinents et nécessaires à explorer dans des travaux sur la nutrition des personnes âgées (El Osta *et al.*, 2013). En effet, la santé orale peut être considérée comme un bon indicateur de la santé générale et inversement un mauvais état bucco-dentaire semble aggraver l'état général nutritionnel de la personne en accélérant les processus de vieillissement.

Avec la même approche que les gérontologues qui définissent les personnes âgées selon trois catégories, il est extrêmement important de considérer de manière distincte l'alimentation des séniors selon qu'elles vieillissent avec une bonne santé orale, ou au contraire en présentant une forte édentation s'accompagnant de déficience de mastication.

## 2. Principe général du fonctionnement normal de la mastication

Dès lors qu'il est mis en bouche, l'aliment solide est déformé et transformé en bol alimentaire au cours de la mastication. La mastication, activité rythmique extrêmement bien coordonnée, est adaptée à la fois aux caractéristiques de l'aliment (texture, goût...) et aux aptitudes physiologiques de l'individu comme l'âge ou l'état dentaire (Woda *et al.*, 2006). Le rythme de la mastication est imposé par le système nerveux central (SNC) qui assure la commande bien orchestrée des activités des nombreux muscles de l'appareil masticateur.

Au cours d'une séquence de mastication, l'état du bol alimentaire varie continuellement jusqu'à la déglutition ce qui impose une adaptation constante de la commande motrice. C'est au cours de la déformation de cet aliment que l'ensemble des propriétés sensorielles (gustatives, texture, force musculaire, proprioception...etc) sont perçues par les nombreux récepteurs de la cavité buccale (dents, langue, palais, muscles...etc) et renseignent le SNC qui répond en adaptant la réponse orale en termes de mastication, de force musculaire, de salivation, mouvements de langue...etc. (Figure 1) (Lund, 1991). Ce sont également ces boucles de rétro-contrôle qui permettent de déclencher la déglutition lorsque les caractéristiques du bol alimentaire permettent de le déglutir.



**Figure 1 :** Boucle de rétro-contrôle de la mastication permettant l'adaptation permanente des paramètres de la fonction aux propriétés de l'aliment en cours de déstructuration (d'après Peyron *et al.*, 2014)

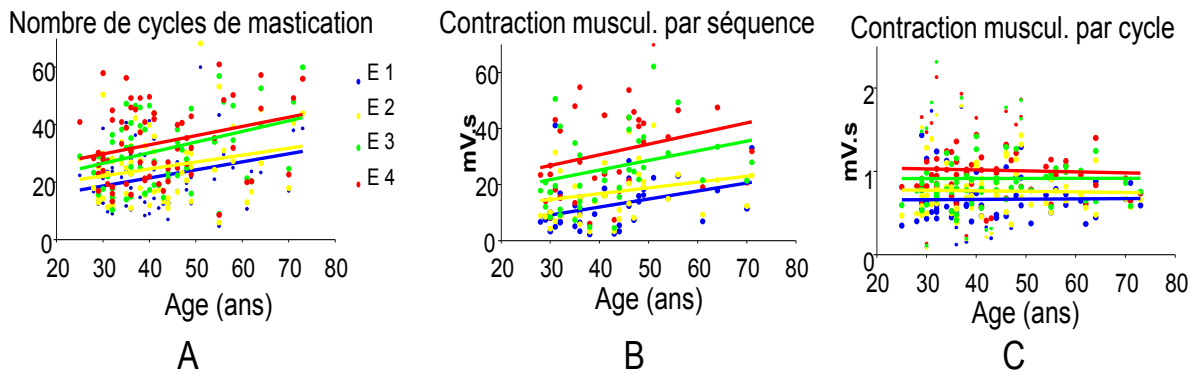
La déstructuration mécanique de l'aliment dépend largement des propriétés de structure ou de géométrie de l'échantillon et est assurée par une très grande variété de stratégies de mastication pour atteindre l'objectif commun de formation du bol (Peyron *et al.*, 2004a ; Mishellany *et al.*, 2006 ; Jalabert-Malbos *et al.*, 2007). Au moment de la déglutition, le bol alimentaire est caractérisé par des propriétés de viscosité, d'élasticité, de cohésion, plasticité...etc qui sont perçues par les éléments sensitifs de la cavité orale et autorisent le déclenchement de la déglutition (Coster et Schwartz, 1987 ; Seo *et al.*, 2007). Dans la préparation de ce bol alimentaire, la salive joue un rôle important puisqu'elle enrobe les fragments alimentaires au fur et à mesure de leur formation et facilite leur agglomération (Prinz et Lucas, 1997).

### 3. Adaptation de la mastication au vieillissement physiologique normal

Le vieillissement est associé à un déclin général physiologique de la santé de la cavité orale. Lorsque l'impact de l'âge sur la mastication est étudié en absence des co-facteurs tels que la perte dentaire, le vieillissement seul a très peu d'impact sur la fonction masticatoire (Hatch *et al.*, 2001). L'adaptation la plus visible de cette fonction est une augmentation de la durée de la séquence et une augmentation du nombre de cycles de mastication de l'ordre de trois cycles supplémentaires tous les dix ans (Peyron *et al.*, 2004b ; Figure 2A).

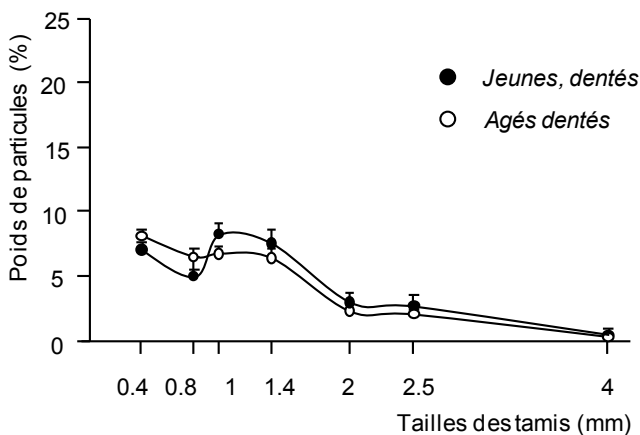
Malgré la perte de force de morsure (Bakke *et al.*, 1990 ; Hatch *et al.*, 2001) et de masse musculaire au niveau des muscles masticateurs (Newton *et al.*, 1987), les seniors possédant un bon état dentaire conservent leur capacité à s'adapter aux propriétés de l'aliment (Karlsson et Carlson, 1990 ; Peyron *et al.*, 2004b ; Mishellany-Dutour *et al.*, 2007 ; Bourdiol *et al.*, 2007). Une fréquence de mastication stable, indicateur fonctionnel de la mastication, est également caractéristique du maintien de la fonction de mastication au cours du vieillissement réussi (Karlsson et Carlsson, 1990 ; Peyron *et al.*, 2004b).

Chez ces personnes âgées, ou vieillissantes, ayant une bonne santé orale, l'objectif de la mastication, qui est la transformation de l'aliment en un bol alimentaire pouvant être dégluti, est rempli, même si cette tâche est assurée avec une mastication un peu plus longue et donc un peu plus d'énergie globalement dépensée (Figure 2B) mais sans modification de contraction musculaire à chaque coup de dent par rapport aux sujets jeunes (Figure 2C).



**Figure 2** : Nombre de cycles de mastication (A), contraction musculaire développée pour la séquence complète de mastication (B) et pour un cycle (C) pour des sujets d'âge compris entre 25 et 75 ans, présentant un bon état dentaire et mastiquant des gels E1 à E4 de dureté croissante (d'après Peyron *et al.*, 2004b).

Le bol formé présente les caractéristiques nécessaires à une bonne déglutition, sans douleur ni risque de fausse route (Feldman *et al.*, 1980 ; Prinz et Lucas, 1997 ; Mishellany-Dutour *et al.*, 2007). Ainsi, le bol alimentaire préparé au cours de la mastication par des séniors ayant un bon état dentaire est bien réduit et constitué de fragments alimentaires aussi petits que le bol alimentaire de sujets jeunes (Figure 3).



**Figure 3** : Distribution granulométrique des particules constituant des bols alimentaires de cacahuètes obtenus après mastication chez des sujets jeunes et âgés présentant un bon état dentaire (d'après Mishellany-Dutour *et al.*, 2007)

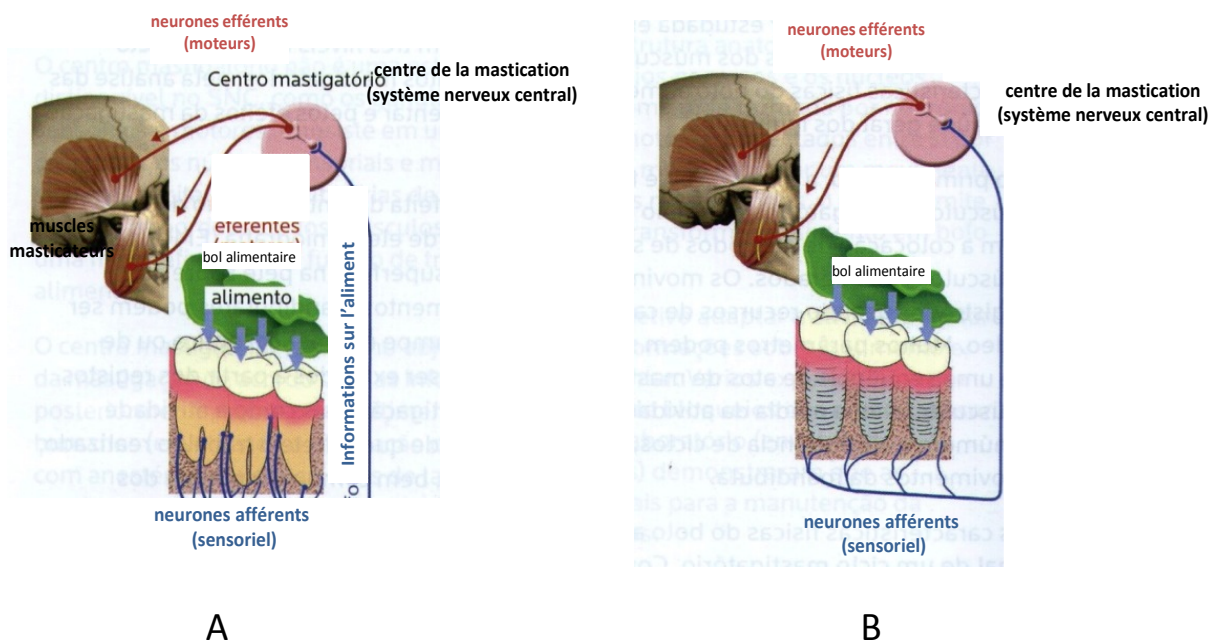
La fonction de déglutition chez les séniors présentant une bonne santé orale subit également le vieillissement qui se traduit par des modifications dans le déroulement temporel des événements (Logemann, 1990; Smith *et al.*, 2006). Néanmoins ces difficultés potentielles ne comportent pas de risque majeur dans la mesure où ces séniors ne souffrent pas de pathologies associées au vieillissement et où le bol alimentaire est correctement formé par une mastication adaptée.

#### 4. Perturbation de la mastication au cours du vieillissement associé à de l'édentement

Un bon état dentaire et une activité musculaire adaptée à l'aliment sont les deux atouts principaux d'une fonction de mastication efficace. L'efficacité masticatoire est étroitement associée au nombre de dents postérieures et à la qualité de leur affrontement lors de l'emboîtement des deux mâchoires (Feldman *et al.*, 1980 ; Hirano *et al.*, 1999).

L'efficacité masticatoire chez les personnes âgées édentées peut être réduite de 50% et dans certains cas jusqu'à 80% par rapport aux personnes âgées bien dentées (Wayler et Chauncey, 1989 ; Garcia *et al.*, 1989 ; Kapur et Soman, 2006) malgré l'allongement notable de la séquence de mastication.

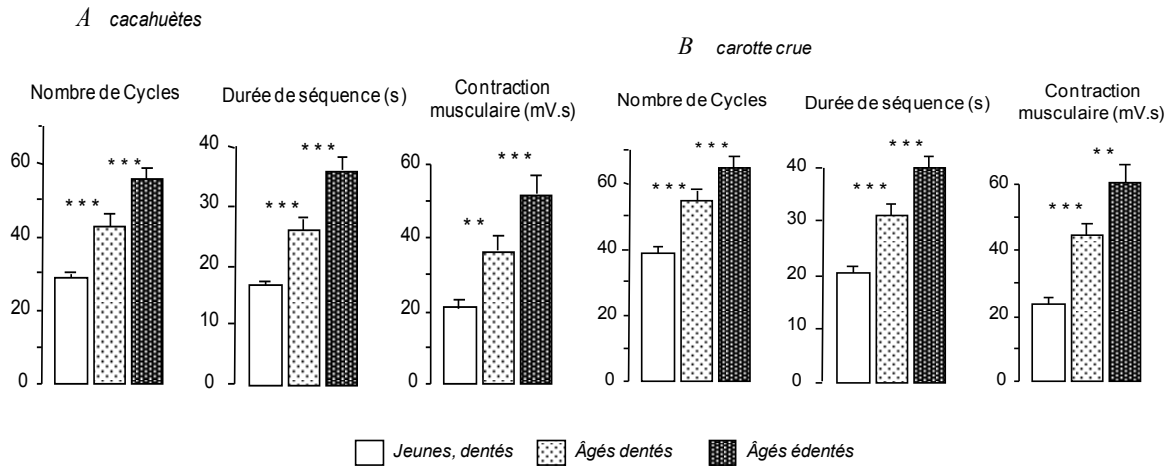
Avec l'édentement, la cavité buccale est privée d'une multitude de récepteurs associés aux dents et à leurs structures de soutien. Chez les personnes édentées appareillées, la compensation des pertes dentaires par prothèse ne permet que la restauration partielle des contacts dentaires, contacts nécessaires pour assurer une bonne mastication. Les pertes dentaires entraînent également la perturbation et une certaine désorganisation des mécanismes neuro-musculaires contrôlant la mastication. Normalement relayés par les récepteurs dentaires pour assurer la régulation des mécanismes de mastication, les feedback sensoriels sont affectés chez les édentés, la force de mastication et l'efficacité masticatoire sont dramatiquement réduites et l'adaptation à l'aliment ne se fait plus correctement (Figure 4).



**Figure 4 :** Boucle de rétro-contrôle de la mastication efficace chez le sujet normo-denté (A) et inefficace chez le sujet présentant des pertes dentaires (B). Chez le sujet édenté, le contrôle de la mastication est moins efficace voire totalement inefficace selon le degré d'édentation, même dans les cas de réhabilitation prothétique (d'après Peyron *et al.*, 2014).

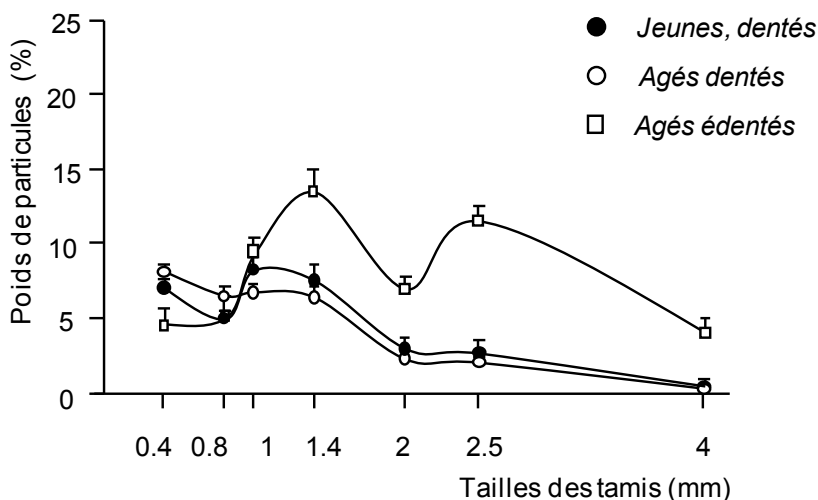
La perte des dents entraîne une déficience des mécanismes d'adaptation de la mastication aux propriétés de l'aliment. Ainsi, à l'inverse des sujets âgés normo-dentés, les personnes âgées édentées sont incapables d'adapter la contraction musculaire pendant la mastication à la dureté ou la résistance de l'aliment (Veyrune et Mioche, 2000 ; Veyrune *et al.*, 2007 ; Mishellany-Dutour *et al.*, 2007).

Le déroulement de la mastication de ces sujets est totalement perturbé. Le nombre de cycles masticatoires réalisés, la durée de la séquence ou encore la contraction musculaire sont beaucoup plus élevés que ce qui est observé chez des personnes âgées et bien dentées (Figure 5) (Mishellany-Dutour *et al.*, 2007), mais le bol alimentaire résultant n'est malgré tout pas satisfaisant.



**Figure 5 :** Valeurs moyennes du nombre de cycles de mastication, de la durée de la séquence, et de la contraction musculaire développée pour la séquence complète de mastication de cacahuètes (A) et de carotte crue (B) chez les jeunes dentés, les seniors dentés et les seniors édentés (d'après Mishellany-Dutour *et al.*, 2007).

Plusieurs études de la mastication réalisées chez des personnes appareillées par prothèses totales ont montré que leur efficacité masticatoire pouvait diminuer jusqu'à 85% par rapport à des sujets de même âge mais ayant une dentition correcte. En conséquence pour de nombreux aliments, le bol alimentaire chez ces sujets est très mal déstructuré et caractérisé par une forte proportion de grosses particules (Figure 6) malgré l'allongement de la mastication. L'objectif d'une bonne mastication n'est pas atteint chez ces sujets formant des bols alimentaires insuffisamment déstructurés et constitués de gros fragments, peu insalivés, et ne répondant pas aux critères permettant d'assurer une déglutition sans risque (Yven *et al.*, 2006 ; Mishellany-Dutour *et al.*, 2007).



**Figure 6 :** Distribution granulométrique des particules constituant des bols alimentaires de cacahuètes obtenus après mastication chez des sujets jeunes et âgés présentant un bon état dentaire, ou édentés (d'après Mishellany-Dutour *et al.*, 2007)

Dans le cas de la viande et d'une mastication difficile chez des édentés, la perception de la quantité de jus libéré permettrait une relative compensation du manque de perception mécanique (Veyrone et

Mioche, 2000) Cette démonstration montre également l'intérêt de solliciter un maximum d'entrées sensorielles dans la proposition alimentaire des séniors édentés qui par ailleurs présentent aussi une augmentation des seuils de perception gustative.

## 5. Conséquences nutritionnelles du vieillissement accompagné de problèmes dentaires

Une altération de la mastication pourra avoir plusieurs types de conséquences ayant un impact nutritionnel chez la personne âgée. Les modifications des choix alimentaire et des bols insuffisamment mastiqués pour les aliments consommés, associés à une baisse des drastiques des stimulations orales par manque d'efforts de mastication entraînent une baisse de libération de composés d'intérêt au niveau buccal, une digestion ralentie et une diminution des perceptions orales.

L'édentement est un problème majeur de la sphère orale pouvant modifier progressivement les choix alimentaires des séniors de façon drastique. La perte dentaire conduit la personne âgée à modifier ses choix alimentaires par un transfert vers des aliments faciles à mastiquer, même s'ils ont moins de goût. Les modifications du régime alimentaire et les sélections d'aliments sont très largement dépendantes du degré de détérioration de la santé orale (Hartsook, 1974 ; Wayler *et al.*, 1984 ; Krall *et al.*, 1998). Les séniors présentant une perte dentaire ou portant une prothèse éliminent souvent de leur alimentation les fruits et légumes crus, les aliments fibreux comme la viande ou les aliments durs qu'ils ne peuvent pas mastiquer (Wayler et Chauncey, 1983 ; Chauncey *et al.*, 1984 ; Budtz-Jorgensen *et al.*, 2001) pour les remplacer par des aliments mous, et produits alimentaires transformés, souvent riches en cholestérol et en matières grasses. Les aliments évités sont précisément ceux qui apportent les éléments nutritifs importants, fibres, protéines, vitamines, minéraux...etc. Des études cliniques ont par exemple montré qu'une diminution du nombre de dents en bouche était associé à une diminution d'ingestion de certains nutriments comme les caroténoïdes, ceci se reflétant sur leur concentration plasmatique (Joshi *et al.*, 1996 ; Krall *et al.*, 1998, Morais *et al.*, 2003). Un lien proportionnel a été observé entre différents niveaux de carences et des sous-groupes de séniors présentant différents degrés de détérioration de l'état oral (Marcenes *et al.*, 2003 ; Budtz-Jorgensen *et al.*, 2001). Une augmentation des compositions plasmatiques en certains nutriments a par ailleurs été observée chez des séniors appareillés mais dont la mastication a été améliorée par renouvellement de leur prothèse (Morais *et al.*, 2003).

Lorsque les aliments sont difficiles à mastiquer mais ne sont pas éliminés du régime alimentaire par la personne édentée, ils ne sont pas bien déstructurés et avalés en gros voire très gros morceaux. Or une des conséquences directes de la mastication est la libération de nutriments à partir de la matrice alimentaire, et ceci est particulièrement vrai pour les légumes crus où la mastication agit en cassant la structure végétale (Faulks et Southon, 2005). Lorsque la mastication est déficiente, il en résulte une baisse de l'extraction de ces nutriments par la déstructuration de la matrice par la mastication (Peyron *et al.*, 2007), associée à un ralentissement de la digestion par décalage de la vidange gastrique elle-même dépendante de la taille des fragments alimentaires (Pera *et al.*, 2002). Chez des séniors porteurs de prothèses, il a été montré qu'après mastication de viande, source intéressante de protéines, la concentration plasmatique en acides aminés est plus faible et l'assimilation retardée par comparaison avec les séniors de même âge présentant un bon état dentaire (Rémond *et al.*, 2007).

Outre ces actions directes de la mastication via la déstructuration mécanique de l'aliment, l'étape orale de transformation de l'aliment a également pour rôle de déclencher des mécanismes d'anticipation destinés à préparer le tube digestif à l'arrivée de l'aliment ingéré. Ces mécanismes, nommés réflexes de phase céphalique, sont initiés dans la bouche au cours de la mastication et déclenchent des réactions digestives ou métaboliques adaptées aux propriétés de l'aliment perçu et analysé en bouche. Ces réflexes anticipatoires sont supposés optimiser l'assimilation de l'aliment ingéré (Mattes, 1997 ; Zafra *et al.*, 2006). Les caractéristiques de l'aliment capables d'initier ces réactions sont les qualités



organoleptiques ainsi que les constituants nutritionnels de l'aliment. Ces stimulations sensorielles pendant la mastication entraînent une myriade de réactions ciblant les sécrétions digestives, exocrines (Katchinski, 2000), endocrines (Mattes, 1997 ; Teff, 2000), enzymatiques, concernant des réactions thermogéniques, cardiovasculaires, ou rénales (Leblanc, 2000 ; Mattes, 1997). Au cours d'une mauvaise mastication, toutes ces stimulations orales sont diminuées, limitant les possibilités réflexes d'anticipation et de préparation du tube digestif. Chez des personnes âgées souffrant de pertes dentaires et n'assurant pas une mastication suffisante, ces réflexes métaboliques et digestifs sont vraisemblablement altérés.

## Conclusion

Bien que les liens de causalité entre état dentaire et état nutritionnel ne soient pas prouvés, leur association ne fait plus aucun doute (Sheiham et al, 2001). De nombreux travaux ont mis en évidence qu'un état oral détérioré et une mastication déficiente évoluent en combinaison avec une malnutrition ou une dénutrition, ou des maladies systémiques, métaboliques ou digestives (N'Gom et Woda, 2002). Plus récemment, des travaux ont clairement montré que l'utilisation des indicateurs classiques de santé orale (nombre d'unités fonctionnelles, questionnaire de qualité de vie orale GOHAI) associés au score du test d'évaluation nutritionnel MNA (Mini-Nutritional Assessment) permettait d'évaluer les risques de malnutrition d'une personne âgée (Cousson *et al.*, 2011 ; El Osta et al., 2013).

Manger doit être un plaisir et une expérience sensorielle utile. Au même titre que les aliments destinés au consommateur 'lambda' n'ayant pas de problème de mastication ou déglutition, les aliments doivent également apporter du plaisir à manger à la personne présentant des troubles de fonctions orales, une augmentation des seuils de perception associés bien souvent à une diminution de salivation. Les séniors ont besoin d'une alimentation diversifiée et adaptée, non seulement sur le plan nutritionnel mais aussi sur le plan sensoriel (texture aussi bien que goût). Les aliments doivent en effet être savoureux, goûteux, ils peuvent être légèrement épicés de manière à compenser la perte de goût sans ajouter trop de sel tout en évitant une alimentation monotone ou fade pour stimuler l'appétit.

Bien que les difficultés de mastication ou de déglutition de la personne âgée soient souvent décrites, assez peu de travaux ont été conduits pour étudier les différentes possibilités de modification des textures pour formuler des aliments en adéquation avec ses capacités orales. Chez les séniors bien dentés mais encore plus chez les édentés, il est très important de maintenir des stimulations mécaniques orales suffisantes et efficaces au cours de l'étape orale de consommation. Ces stimulations peuvent être apportées par des textures variées, fragiles sous la dent, pouvant se déstructurer avec un effort musculaire moindre mais générant d'autres types de sensation que la dureté par exemple un caractère croustillant ou craquant. Les différentes textures peuvent être combinées entre elles pour présenter des contrastes sensoriels. L'utilisation des textures modifiées est déjà connue, principalement dans les institutions où l'utilisation du mixé domine, mais du travail reste à faire pour développer des textures nouvelles adaptées aux capacités physiologiques de la personne âgée (Keller *et al.*, 2012). Il est impératif de solliciter de nombreux éléments buccaux et d'éviter au maximum l'aliment en purée, mixé, qui ne stimule pas suffisamment les structures buccales. Le recours aux agents de texture (gélifiants, épaississants, émulsifiants...) en combinaison avec des opérations technologiques (hachage, tranchage...) doit permettre de générer des textures souples, légèrement résistantes sous l'action de la langue ou des dents (Hall et Wendin, 2008).

L'objectif général dans la recherche de nouvelles textures est de chercher à solliciter un maximum de voies sensorielles, incluant la vue et l'ouïe également, pouvant se combiner entre elles et compenser en partie les altérations de stimulations, stimulations qui en situation normale se répercutent utilement sur les mécanismes associés aux différents compartiments du tube digestif.

## Références bibliographiques

- Bakke M., Holm B., Jensen B.L., Michler L., Möller E., 1990. Unilateral, isometric bite force in 8-68-year-old women and men related to occlusal factors. *Scand J Dent Res* 98, 149-158
- Bourdiol P., Abouelkaram S., Martin J.F., Nicolas E., Mioche L., 2007. Age and gender-related differences in premolar and molar functional areas. *J Oral Rehab* 34, 251-258
- Budtz-Jorgensen E., Chung J.P., Rapin CH., 2001. Nutrition and oral health. *Best Pract Res Clin Gastroenterol* 15, 885-896
- Chauncey H.H., Muench M.E., Kapur K.K., Wayler A.H., 1984. The effect of the loss of teeth on diet and nutrition. *Int Dent J* 34, 98-104
- Coster S.T., Schwarz W.H., 1987. Rheology and the swallow-safe bolus. *Dysphagia* 1, 113-118
- Cousson P.Y., Bessadet M., Nicolas E., Veyrune J.L., Lesourd B., Lassauzay C., 2012. Nutritional status, dietary intake and oral quality of life in elderly complete denture wearers. *Gerodontology* 29, e685-e692
- El Osta N., Hennequin M., Tubert-Jeannin S., Naaman N.B.A., El Osta L., Geahchan N., 2013, in press. The pertinence of oral health indicators in nutritional studies in the elderly. **Clinical Nutrition**.
- Faulks R.M., Southon S., 2005. Challenges to understanding and measuring carotenoid bioavailability. *Biochim Biophys Acta* 1740, 95-100
- Feldman R.S., Kapur K.K., Alman J.E., Chauncey H.H., 1980. Aging and mastication: changes in performance and in the swallowing threshold with natural dentition. *J Am Geriatr Soc*, XXVIII, 97-103
- Garcia R.I., Perlmuter L.C., Chauncey H.H., 1989. Effects of dentition status and personality on masticatory performance and food acceptability. *Dysphagia* 4, 121-126
- Hall G., Wendin K., 2008. Sensory design of foods for the elderly. *Ann Nutr Metab* 52, 258-28
- Hartsook E.I., 1974. Food selection, dietary adequacy, and related dental problems of patients with dental prostheses. *J Prosthet Dent* 32, 32-40
- Hatch J.P., Shinkai R.S.A., Sakai S., Rugh J.D., Paunovich E.D., 2001. Determinants of masticatory performance in dentate adults. *Arch Oral Biol* 46, 641-648
- Hirano H., Ishiyama N., Watanabe I., Nasu I., 1999. Masticatory ability in relation to oral status and general health on aging. *J Nutr Health Aging* 3, 48-52
- Jalabert-Malbos M.L., Mishellany-Dutour A., Woda A., Peyron M.A., 2007. Particle size distribution in the food bolus after mastication of natural foods. *Food Qual Pref* 18, 803-812
- Joshi K.J., Willett W.C., Douglass C.W., 1996. The impact of edentulousness on food and nutrient intake. *JADA* 127, 459-467
- Kapur K.K., Soman S.D., 2006. Masticatory performance and efficiency in denture wearers. *J Prosthet Dent* 95, 407-411
- Karlsson S., Carlsson G.E., 1990. Characteristics of mandibular masticatory movement in young and elderly dentate subjects. *J Dent Res* 69, 473-476.
- Keller H., Chambers H., Niezgodá H., Duizer L., 2012. Issues associated with the use of modified texture foods. *J Nutr Health Aging* 16, 195-200
- Krall E., Hayes C., Garcia R., 1998. How dentition status and masticatory function affect nutrient intake. *JADA* 129, 1261-1269
- Leblanc J., 2000. Nutritional implication of cephalic phase thermogenic responses. *Appetite* 34, 214-216
- Logemann J.A., 1990. Effects of aging on the swallowing mechanism. *Otolaryngol Clin North Am.* 23, 1045-1056
- Lund J.P., 1991. Mastication and its control by the brain stem. *Crit Rev Oral Biol Med* 2, 33-64
- Marcenes W., Steele J.G., Sheiham A., Walls A.W.G., 2003. The relationship between dental status, food selection, nutrient intake, nutritional status, and body mass index in older people. *Cad Saude Publica* 19, 809-816

- Mattes R.D., 1997. Physiological responses to sensory stimulation by food: nutritional implications. *J Am Diet Assoc* 97, 406-413
- Mishellany A., Woda A., Labas R., Peyron M.A., 2006. The challenge of mastication: preparing a bolus suitable for deglutition. *Dysphagia* 21, 87-94
- Mishellany-Dutour A., Renaud J., Peyron M.A., Rimek F., Woda A., 2007. Is the goal of mastication reached in young dentates, aged dentates and aged denture wearers. *Br J Nutr* 99, 121-128
- Morais J.A., Heydecke G., Pawliuk J., Lund J.P., Feine J.S., 2003. The effects of mandibular two-implant overdentures on nutrition in elderly edentulous individuals. *J Dent Res* 82, 53-58
- Newton J.P., Abel E.W., Robertson E.M., Yemm R., 1987. Changes in human masseter and medial pterygoid muscles with age: a study by computed tomography. *Gerodontology* 3, 151-154
- N'Gom P.I., Woda A., 2002. Influence of impaired mastication on nutrition. *J Prosthet Dent* 87, 667-673
- Pera P., Bucca C., Borro P., Bernocco C., De Lillo A., Carossa S., 2002. Influence of mastication on gastric emptying. *J Dent Res* 81, 179-181
- Peyron M.A., Mishellany A., Woda A., 2004a. Particle size distribution of food boluses after mastication of six natural foods. *J Dent Res* 83, 578-582
- Peyron M.A., Blanc O., Lund J.P., Woda A., 2004b. Influence of age on adaptability of human mastication. *J Neurophysiol* 92, 773-779
- Peyron M.A., Eljezi T., Rambeau M., Woda A., Rock E., 2007. Oral bioaccessibility of carotenoids after mastication. 10<sup>th</sup> European Nutrition Conference, Paris
- Peyron M.A., Parada C.A., Woda A., Mastigaçãõ., 2014. In: *Fisiologia Oral*, chap 9, pp119-127. Sao Paulo, ArtesMedicas, KrigerEds
- Prinz J.F., Lucas P.W., 1997. An optimization model for mastication and swallowing in mammals. *Proc R Soc Lond B* 264, 1715-1721
- Rémond D., Machebeuf M., Yven C., Buffière C., Mioche L., Mosoni L., Patureau-Mirand P., 2007. Postprandial whole-body protein metabolism after a meat meal is influenced by chewing efficiency in elderly subjects. *Am J Clin Nutr* 85, 1286-1292
- Seo H.S., Hwang I.K., Han T.R., Kim I.S., 2007. Sensory and instrumental analysis for slipperiness and compliance of food during swallowing. *J Food Sci* 72, S707-S713
- Sheiham A., Steele J.G., Marcenes W., Lowe C., Finch S., Bates C.J., Prentice A., Walls A.W., 2001. The relationship among dental status, nutrient intake, and nutritional status in older people. *J Dent Res* 80, 408-413
- Smith C.H., Logemann J.A., Wesley R.B., Steven G.Z., Rademaker A.W., 2006. Oral and oropharyngeal perceptions of fluid viscosity across the age span. *Dysphagia* 21, 209-217
- Teff K., 2000. Nutritional implications of the cephalic-phase reflexes: endocrine responses. *Appetite* 34, 206-213
- Veyrone J.L., Mioche L., 2000. Complete denture wearers: electromyography of mastication and texture perception whilst eating meat. *Eur J Oral Sci* 108, 83-92
- Veyrone J.L., Lassauzay C., Nicolas E., Peyron M.A., Woda A., 2007. Mastication of model products in complete denture wearers. *Arch Oral Biol* 52, 1180-1185
- Wayler A.H., Muench M.E., Kapur K.K., Chauncey H.H., 1984. Masticatory performance and food acceptability in persons with removable dentures, full dentures and intact natural dentition. *J Gerontol*, 39, 284-289.
- Wayler A.H., Chauncey H.H., 1983. Impact of complete dentures and impaired natural dentition on masticatory performance and food choice in healthy aging men. *J Prosthet Dent* 49, 427-433
- Woda A., Foster K., Mishellany A., Peyron M.A., 2006. Adaptation of healthy mastication to factors pertaining to the individual or to the food. *Physiol Behav* 89, 28-35.
- Zafra M.A., Molina F., Puerto A., 2006. The neural/cephalic phase reflexes in the physiology of nutrition. *Neurosci Biobehav Rev* 30, 1032-1044

Yven C., Bonnet L., Cormier D., Monier S., Mioche L., 2006. Impaired mastication modifies the dynamics of bolus formation. *Eur J Oral Sci* 114, 184-190