

ÂGE, PERCEPTION CHIMIOSENSORIELLE ET PRÉFÉRENCES ALIMENTAIRES

[Claire Sulmont-Rossé](#), [Isabelle Maître](#), [Sylvie Issanchou](#)

Fondation Nationale de Gérontologie | « [Gérontologie et société](#) »

2010/3 vol. 33 / n° 134 | pages 87 à 106

ISSN 0151-0193

DOI 10.3917/g.s.134.0087

Article disponible en ligne à l'adresse :

<https://www.cairn.info/revue-gerontologie-et-societe1-2010-3-page-87.htm>

Distribution électronique Cairn.info pour Fondation Nationale de Gérontologie.

© Fondation Nationale de Gérontologie. Tous droits réservés pour tous pays.

La reproduction ou représentation de cet article, notamment par photocopie, n'est autorisée que dans les limites des conditions générales d'utilisation du site ou, le cas échéant, des conditions générales de la licence souscrite par votre établissement. Toute autre reproduction ou représentation, en tout ou partie, sous quelque forme et de quelque manière que ce soit, est interdite sauf accord préalable et écrit de l'éditeur, en dehors des cas prévus par la législation en vigueur en France. Il est précisé que son stockage dans une base de données est également interdit.

ÂGE, PERCEPTION CHIMIOSENSORIELLE ET PRÉFÉRENCES ALIMENTAIRES

CLAIRE SULMONT-ROSSÉ¹, ISABELLE MAÎTRE² & SYLVIE ISSANCHOU¹

1. CENTRE DES SCIENCES DU GOÛT ET DE L'ALIMENTATION, UMR6265 CNRS, UMR1324 INRA, UNIVERSITÉ DE BOURGOGNE, AGROSUP DIJON

2. PRESS L'UNAM, UPSP GRAPPE, GROUPE ESA, 49007 ANGERS

Le vieillissement s'accompagne d'un déclin des sensibilités olfactives et gustatives (sensibilités chimiosensorielles). Or, lorsque nous mangeons, la saveur et l'odeur d'un aliment contribuent largement au plaisir associé à son ingestion. Plusieurs auteurs ont fait l'hypothèse que le déclin des capacités chimiosensorielles observé chez les seniors conduirait à des modifications des préférences alimentaires, celles-ci entraînant à leur tour des changements de l'appétit et de la prise alimentaire.

Effectivement, lorsque les préférences sont mesurées à un instant t, les seniors tendent à préférer des aliments ayant une saveur plus intense. Cependant, augmenter la concentration des composés de la saveur dans les aliments proposés aux seniors afin de compenser le déclin des capacités chimiosensorielles n'a qu'un effet limité sur la prise alimentaire effective. Une explication possible est que l'effet du vieillissement sur les capacités chimiosensorielles s'accompagne d'une « remise à jour » permanente des représentations internes des aliments.

Cependant, la diminution moyenne des capacités chimiosensorielles cache aussi une grande variabilité interindividuelle, encore trop peu prise en compte. Il est à souhaiter que les études futures s'intéressent davantage à l'impact de variables telles que le style de vie ou le degré de dépendance sur le lien entre perception chimiosensorielle et alimentation chez les seniors.

AGE, CHEMO-SENSORIAL PERCEPTION AND FOOD PREFERENCES

Ageing goes hand in hand with a declining sense of smell and taste (chemo-sensorial sensibilities). Whilst eating, however, the taste and smell of food contributes much to the pleasure of swallowing it. Several authors have a theory whereby declining chemo-sensibilities in older people lead to changes in their food preferences which in turn lead to changes in appetite and the consumption of food. Indeed when preferences are measured at a given moment, older people seem to prefer more tasty foods. However, making food more flavoursome for older people in order to compensate for declining chemo-sensibilities has only a limited effect on actual food consumption. A possible explanation could be that the effect of ageing on chemo-sensorial capacities is accompanied by a permanent "up-dating" of internal food representations. Nevertheless, average decline of chemo-sensorial capacities also conceals great inter-individual variability, which is still too little accounted for.

It is to be hoped that future studies will concentrate more on the impact of variables, such as life style or degree of dependence, on the link between chemo-sensorial perception and nutrition in older people.

Enquêteur : – «*Vous m'avez dit que pour le goût, ça va bien, mais que pour l'odorat, ce n'est pas terrible...*»

M. L.J. : – «*C'est ça.*»

Enquêteur : – «*Depuis quand avez-vous cette impression ?*»

M. L.J. : – «*L'odorat... Ça fait bien 3 ou 4 ans...*»

Enquêteur : – «*Associez-vous cela à un événement particulier, à une maladie ?*»

M. L.J. : – «*Non, non... C'est la vieillesse et ça s'est usé. Marquez "usé"... Usé par le temps!*»

Ce dialogue est extrait d'entretiens semi-directifs que nous avons menés récemment auprès de personnes de plus de 65 ans (en l'occurrence, M. L.J. était âgé de 83 ans). Ces entretiens avaient pour objectif d'évaluer le ressenti de personnes âgées face à une éventuelle perte de la gustation ou de l'olfaction et l'impact d'une telle perte sur leur plaisir à manger (Caumon, 2010; Crema, 2010). En effet, de la même façon que l'âge s'accompagne d'un déclin de la vue et de l'audition, l'âge s'accompagne aussi d'un déclin des capacités chimiosensorielles. Or, lorsque nous mangeons, la flaveur contribue pour une large part au plaisir associé à l'ingestion d'un aliment ou d'une boisson.

La flaveur des aliments, appelée communément «goût» des aliments, résulte d'interactions entre les molécules sapides et volatiles présentes dans les aliments que nous consommons et nos sens chimiosensoriels, à savoir la gustation et l'olfaction. Si le sens de la gustation nous permet de distinguer les saveurs (sucrée, salée, acide, amère, umami), c'est essentiellement le sens de l'olfaction qui nous permet de percevoir toute la richesse et toutes les nuances aromatiques des aliments que nous consommons (Rozin & Vollmecke, 1986; Berry & Marcus, 2000). Il suffit de lire quelques témoignages sur un forum spécialisé¹ pour comprendre toute l'importance de ces sens sur l'appétit et le plaisir de manger: «*Je n'ai plus de goût suite à un gros rhume (...). Les repas sont devenus d'un seul coup insipides et tristes...*»; «*Avec la cortisone, je retrouvais un peu de goût et d'odorat pendant quelques heures - j'en étais arrivé à programmer ces prises de cortisone pour les grandes occasions, le repas de Noël par exemple. Quel plaisir !*». Au-delà de cette fonction de plaisir, les caractéristiques sensorielles des aliments peuvent aussi être des indicateurs de la valeur nutritionnelle d'un aliment. En effet, nous apprenons constamment à associer les caractéristiques sensorielles d'un aliment à ses effets post-ingestifs, ces apprentissages influençant ensuite nos choix alimentaires en fonction de nos besoins nutritionnels (Booth *et al.*, 1982; Yeomans *et*

1. <http://kysicurl.free.fr/olfac/temoignage.php>

al., 2008). Enfin, les caractéristiques sensorielles jouent un rôle important sur la quantité et la variété des aliments ingérés au travers du mécanisme de rassasiement sensoriel spécifique (Rolls, 1986). En effet, lorsque nous mangeons un aliment présentant un certain arôme, notre appétence pour cet arôme diminue, ce qui nous conduit à interrompre sa consommation en faveur d'un aliment présentant d'autres caractéristiques sensorielles. Rolls (1999) a d'ailleurs observé une altération de ce mécanisme de rassasiement sensoriel chez les personnes âgées, ce qui pourrait expliquer l'apparition de régimes alimentaires relativement monotones chez certains seniors.

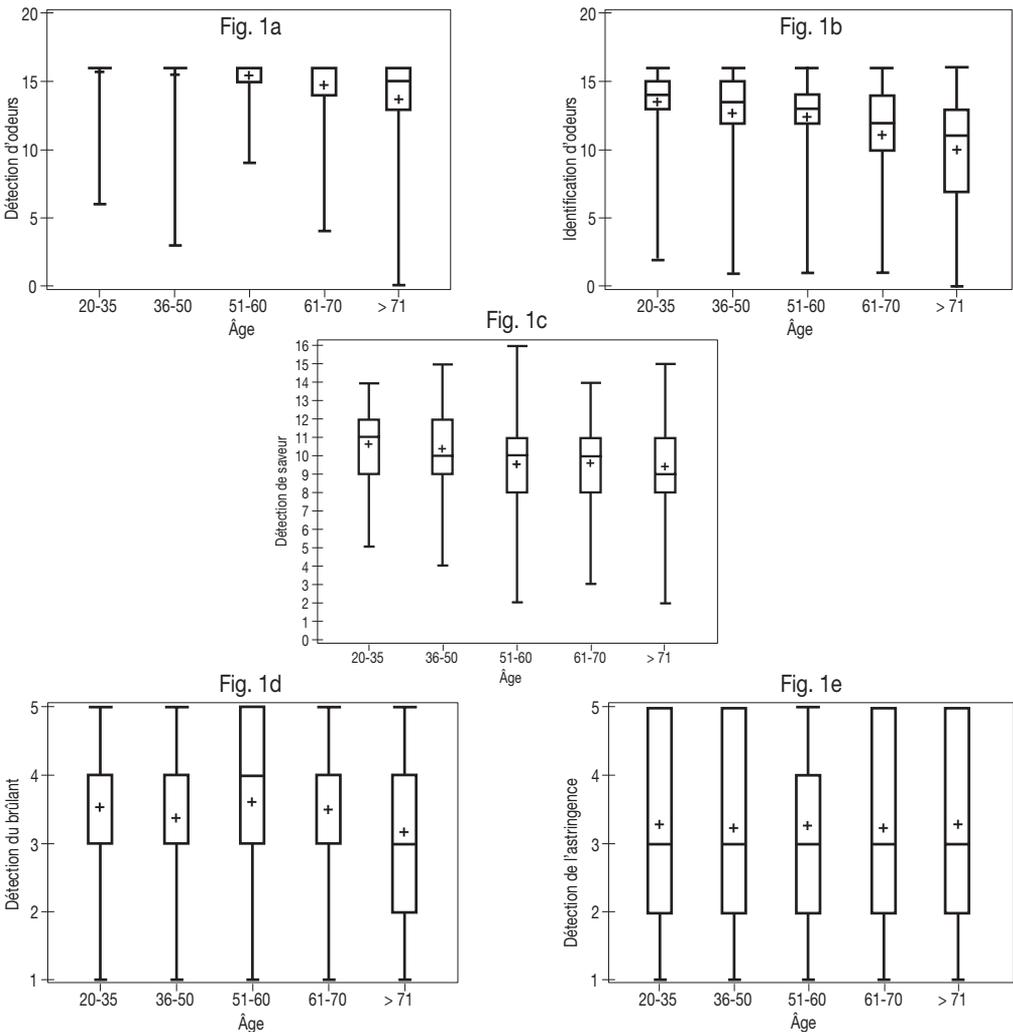
ÂGE ET CAPACITÉS CHIMIOSENSORIELLES

Dans une étude européenne (projet HealthSense), un peu plus de 900 participants répartis de façon équilibrée entre cinq classes d'âge de 20 à plus de 70 ans ont été recrutés dans trois villes (Postdam-Rehbruecke en Allemagne, Kolding au Danemark et Dijon en France). Ces participants, tous en bonne santé et autonomes, ont été soumis à une batterie de tests permettant d'évaluer leurs capacités chimiosensorielles (Gourillon-Cordelle *et al.*, 2001). Les capacités olfactives ont été évaluées avec le test ETOC comprenant 16 odeurs alimentaires et non alimentaires (Thomas-Danguin *et al.*, 2003). Pour chaque odeur, les sujets ont reçu quatre flacons, l'un présentant une odeur et les autres non. Les sujets devaient retrouver le flacon présentant une odeur (tâche de détection) puis retrouver le nom de l'odeur parmi quatre propositions (tâche d'identification à choix-forcé). Pour le sens gustatif, les sujets ont reçu seize solutions correspondant à quatre composés sapides (saccharose, chlorure de sodium, acide citrique et quinine) présentés à quatre concentrations différentes. Les sujets devaient identifier la saveur de chaque solution (tâche d'identification à choix-forcé). La sensibilité trigéminal a été évaluée avec deux composés, la pipérine induisant une sensation brûlante et l'acide tannique induisant une sensation astringente. Pour chaque composé, les sujets ont reçu quatre paires, chaque paire comportant une solution avec le composé d'intérêt et l'autre sans, ces quatre paires correspondant à quatre concentrations différentes. Pour chaque paire, les sujets devaient retrouver la solution brûlante ou astringente (tâche de détection). Les résultats, présentés sous la forme de boîtes à moustaches en figure 1, ont montré un fort

effet de l'âge sur les performances olfactives (détection : $F=28.18$; identification : $F=40.68$; $p<.001$) ainsi qu'un effet plus modeste mais significatif de l'âge sur les performances gustatives ($F=9.99$; $p<.001$). Aucun effet de l'âge n'a été observé sur la sensibilité tri-géminal (brûlant : $F=2.07$; astringent : $F=0.44$; $p>.05$).

Figure 1

Représentation sous forme de boîte à moustaches des scores de détection (1.a) et des scores d'identification à choix-forcé (1.b) obtenus au test olfactif ETOC, des scores d'identification obtenus au test gustatif (1.c) et des scores de détection de la pipérine (1.d) et de l'acide tannique (1.e) pour chaque classe d'âge testé (le nombre de sujets testés par classe d'âge était d'environ 180).



En ce qui concerne l'olfaction, Doty *et al.* (1984) avaient évalué les capacités olfactives de 1 955 personnes âgées de 5 à 99 ans à l'aide du test UPSIT, un test d'identification à choix-forcé de 40 odeurs familières (University of Pennsylvania Smell Identification Test). Les résultats ont montré une augmentation des performances de la prime enfance jusqu'à l'âge adulte avec un maximum entre 20 et 40 ans, puis un déclin de ces performances, ce déclin s'accroissant à partir de 60-65 ans. Ces mêmes effets ont été retrouvés dans l'étude HealthSense mentionnée auparavant. Ces auteurs avaient d'ailleurs noté une similitude entre l'évolution des performances olfactives avec l'âge et l'évolution de l'acuité visuelle. Par ailleurs, plusieurs auteurs ont montré une augmentation des seuils de détection olfactifs (baisse de la capacité à percevoir de faibles concentrations (Stevens & Dadarwala, 1993 ; Murphy *et al.*, 1991) et une diminution des intensités olfactives perçues lors de mesures supraliminales (Stevens *et al.*, 1984) avec l'âge (pour une revue complète, lire Murphy, 1986 ; Schiffman, 1993).

En ce qui concerne le sens de la gustation, Mojet *et al.* (2001 ; 2003) ont mené une série d'expériences pour étudier l'effet de l'âge sur les seuils de détection et sur la perception d'intensités sapides supraliminales. Ces auteurs ont comparé deux groupes, des adultes âgés de moins de 35 ans et des personnes de plus de 60 ans, en utilisant deux composés par saveur (par exemple, le NaCl et le KCl pour la saveur salée). Selon les tests, les composés ont été présentés en solution aqueuse et/ou dans un aliment (par exemple, évaluation de soupes présentant différentes concentrations en sel). Les résultats ont montré un effet de l'âge relativement modeste sur les seuils de détection (Mojet *et al.*, 2001). En ce qui concerne l'intensité perçue, les auteurs ont observé davantage de différences entre les sujets jeunes et les sujets âgés lorsque les saveurs étaient présentées dans l'eau que lorsque les saveurs étaient présentées dans un aliment (Mojet *et al.*, 2003). Ces résultats ont conduit les auteurs à remettre en cause la valeur prédictive des tests utilisant des composés sapides dilués dans l'eau sur la capacité des seniors à percevoir les saveurs lors de l'ingestion d'un aliment. Enfin, les auteurs ont observé que les sujets jeunes donnaient des notes d'intensité plus élevées lorsqu'ils évaluaient les aliments sans pince-nez que lorsqu'ils évaluaient les aliments avec un pince-nez (suppression de la composante olfactive), tandis qu'aucune différence n'a été observée chez les sujets âgés entre la condition sans pince-nez et la condition avec pince-nez. Autrement dit, chez les

sujets jeunes, la présence d'une perception olfactive (condition sans pince-nez) permettrait de renforcer la perception des saveurs. De nombreuses études ont en effet montré que la perception d'un arôme renforçait la perception d'une saveur congruente (par exemple, à teneur en sucre équivalente, une crème à la fraise sera perçue plus sucrée qu'une crème non aromatisée (Frank & Byram, 1988 ; pour une revue complète, lire Delwiche, 2004). Mojet *et al.* (2003) ont proposé que la baisse des capacités gustatives observée avec l'âge pourrait être au moins en partie due à une baisse de la sensibilité olfactive, cette dernière entraînant une diminution des interactions odeur-saveur. De fait, même si un certain nombre d'études ont montré une diminution des capacités gustatives avec l'âge, les effets du vieillissement semblent être plus marqués sur l'olfaction que sur la gustation (Stevens *et al.*, 1984 ; Rolls, 1999).

Enfin, en ce qui concerne la sensibilité trigéminal, Kremer *et al.* (2007b) ont retrouvé le résultat obtenu dans le cadre du projet HealthSense pour les deux composés testés (la pipérine et l'acide tannique), mais ont observé une diminution de la capacité à percevoir la sensation de fraîcheur du menthol et la sensation piquante de l'ammoniaque avec l'âge. Cependant, à un niveau supraliminaire, Laska (2001) a montré que les seniors restaient capables de discriminer différentes sensations trigéminales entre elles. Même si les études sur cette sensibilité sont encore peu nombreuses, il semble que l'effet du vieillissement sur la sensibilité trigéminal soit modeste.

Plusieurs mécanismes ont été proposés pour expliquer l'effet du vieillissement sur la sensibilité chimiosensorielle (Schiffman & Graham, 2000 ; Boyce & Shone, 2006). D'un point de vue physiologique, le vieillissement s'accompagnerait d'un ralentissement du *turn-over* des cellules sensorielles conduisant à une réduction du nombre de récepteurs olfactifs, d'un assèchement du mucus olfactif, de changements membranaires entraînant une altération du fonctionnement des canaux ioniques et des récepteurs gustatifs (Larsson, 1996). De nombreux médicaments (antibiotiques, immunosuppresseurs, antihypertenseurs, antithyroïdiens, diurétiques... (lire Schiffman, 1991 ; Doty & Bromley, 2004 pour une liste plus exhaustive), certains états pathologiques (notamment les maladies neurodégénératives (Doty, 1991) ainsi que l'exposition à des polluants environnementaux, notamment dans le cadre de l'activité professionnelle (exposition à des métaux, des poussières,

des composés organiques... (Amoore, 1986 pour une liste plus exhaustive), peuvent aussi contribuer à ce déclin chimiosensoriel. Enfin, des modifications du flux et de la composition salivaires, ainsi que des troubles de la mastication liés à la perte des dents ou au port de prothèse dentaire contribuent à l'altération de la perception chimiosensorielle en perturbant la libération d'arômes et de composés sapides (Lamy *et al.*, 1999). Face à la multiplicité des mécanismes et des facteurs susceptibles d'altérer la perception chimiosensorielle au cours du vieillissement, les seniors ne sont à l'évidence pas tous égaux. De fait, la diminution moyenne des capacités chimiosensorielles avec l'âge cache une grande variabilité interindividuelle. Ainsi, il apparaît sur la figure 1 résultant de l'enquête HealthSense qu'en plus d'une diminution moyenne des performances, l'avancée en âge s'accompagne d'une nette augmentation de la variabilité interindividuelle des scores de performances olfactives et dans une moindre mesure des scores de performances gustatives (augmentation de la dispersion des scores). Autrement dit, si certaines personnes voient leurs capacités olfactives décroître fortement avec l'âge, d'autres conservent un sens de l'olfaction relativement préservé. Dans la lignée de cette conclusion, on peut déplorer le fait que la plupart des études aient porté sur des populations âgées en bonne santé et autonomes. De plus, le terme «senior» recouvre des réalités différentes, souvent davantage liées au degré d'autonomie et au style de vie qu'à l'âge physique des sujets. Pelchat (1996) a ainsi observé une altération de la perception sapide supraliminaire plus importante chez des personnes âgées résidant en institutions que chez des personnes autonomes, ces deux groupes ayant été appariés pour l'âge. Cependant, à notre connaissance, il n'existe encore que trop peu d'études ayant cherché à comprendre l'impact spécifique de ces variables sur les capacités chimiosensorielles.

Au regard de l'effet du vieillissement sur les capacités chimiosensorielles, plusieurs auteurs ont fait l'hypothèse que le déclin des capacités chimiosensorielles conduirait à des modifications des préférences alimentaires, celles-ci entraînant à leur tour des changements de la prise alimentaire (Stevens *et al.*, 1984; Duffy *et al.*, 1995; Schiffman, 2000). Le déclin des capacités chimiosensorielles pourrait ainsi être responsable au moins en partie de la perte d'appétit observée chez les personnes âgées et donc d'une modification des choix et de la prise alimentaire. Dans ce qui suit, nous présentons une revue critique de ces hypothèses dans le

cadre d'un vieillissement normal, c'est-à-dire en excluant le cas de pathologies neurodégénératives sévères (lire aussi Rolls, 1999, et Mattes, 2002, pour une revue critique de ces hypothèses).

ÂGE, CAPACITÉS CHIMIOSENSORIELLES ET PRÉFÉRENCES ALIMENTAIRES

Les seniors percevant moins bien la flaveur des aliments, un certain nombre d'auteurs ont proposé de leur présenter des variantes « renforcées » d'aliments, c'est-à-dire des variantes présentant un composé sapide ou aromatique à une concentration supérieure à celle du produit standard. Un récapitulatif de ces études et de leurs résultats est présenté dans le tableau 1. Il apparaît que pour la majorité des combinaisons testées, le renforcement de la flaveur d'un aliment s'accompagne d'une augmentation de l'appréciation de cet aliment chez les seniors. Ainsi, Schiffman & Warwick (1988) ont proposé à des sujets âgés des triades comprenant la version standard d'un aliment et deux variantes renforcées avec deux arômes différents (par exemple, ajout d'un arôme *poulet* ou d'un arôme *bacon* dans un plat de poulet). Pour chaque triade, les sujets devaient goûter chaque échantillon et indiquer leur échantillon préféré. Les résultats ont montré que 75% des sujets inclus préféraient l'une des variantes renforcées.

Dans la lignée de ces études, de Graaf *et al.* (1996) se sont intéressés à l'effet de l'âge sur l'optimum de préférence, c'est-à-dire à l'effet de l'âge sur la concentration sapide ou aromatique conduisant à l'appréciation maximale. Pour cela, ces auteurs ont préparé plusieurs variantes à partir d'aliments standards en faisant varier la concentration des bases aromatiques servant à la préparation de ces aliments (ainsi, différentes variantes de jus d'orange ont été préparées en faisant varier la concentration d'une base orange dans de l'eau). Les auteurs ont ensuite demandé à des sujets jeunes (20 à 30 ans) et âgés (>65 ans) de donner une note d'appréciation et une note d'intensité perçue à chaque variante. Les résultats ont montré un décalage de l'optimum de préférence avec l'âge, les personnes âgées préférant les variantes ayant une flaveur légèrement plus intense que les sujets jeunes (voir par exemple l'effet significatif – $p < .001$ – observé pour le jus d'orange sur la figure 2a). En parallèle, de Graaf et ses collaborateurs ont montré que l'âge entraînait une diminution des pentes des droites

Tableau 1

Effet du renforcement de la composante chimiosensorielle d'un aliment sur l'appréciation de ce dernier par des seniors

Référence	n ¹	Age ²	Aliment	Flaveur renforcée	Plan d'expérience ³	Effet ⁴
Schiffman & Warwick, 1988	-	70-79	4 légumes 3 viandes 3 soupes 1 jus	Arôme	Intra-sujet	Oui + Oui + Oui + Oui +
De Jong <i>et al.</i> 1996	29	> 65	Confiture de fraise Yaourt à la fraise Boisson à l'orange	Saveur sucrée	Inter-sujet	Oui + Oui + Oui +
Griep <i>et al.</i> , 1997	20	60-90	Soupe de tomate Quorn Yaourt	Flaveur	Inter-sujet	Oui + Oui + Oui +
Koskinen <i>et al.</i> , 2003	57	M=74	Yosa	Arôme	Inter-sujet	Oui -
Essed <i>et al.</i> , 2007	97	M=85	Plats de viandes	Arôme Saveur umami	Intra-sujet	Non Non
Kremer <i>et al.</i> , 2007a	52	61-86	Crème dessert	Arôme	Inter-sujet	Oui +
Kremer <i>et al.</i> , 2007c	22	60-85	Gaufres sucrées Gaufres salées	Flaveur	Inter-sujet	Non Oui +
Laureati <i>et al.</i> , 2008 - exp 1	36	M=81	Bouillon Pâtes Légumes Riz	Flaveur	Intra-sujet	Non Non Oui + Oui +
Laureati <i>et al.</i> , 2008 - exp 2	36	M=81	Jus de pêche	Saveur sucrée Flaveur	Inter-sujet	Oui + Non

1. Nombre de seniors ayant participé à l'étude.

2. M : moyenne.

3. Dans le cas des plans d'expérience «intra-sujet», un effet du renforcement de la flaveur est déclaré si les sujets âgés ont donné une note d'appréciation différente entre l'aliment renforcé et sa version standard. Dans le cas des plans d'expérience «intersujet», un effet du renforcement de la flaveur est déclaré si les sujets âgés ont donné une note d'appréciation à l'aliment renforcé différente de la note donnée par un groupe de sujets plus jeunes.

4. Un «oui +» indique un effet positif du renforcement sur l'appréciation de l'aliment par les seniors.

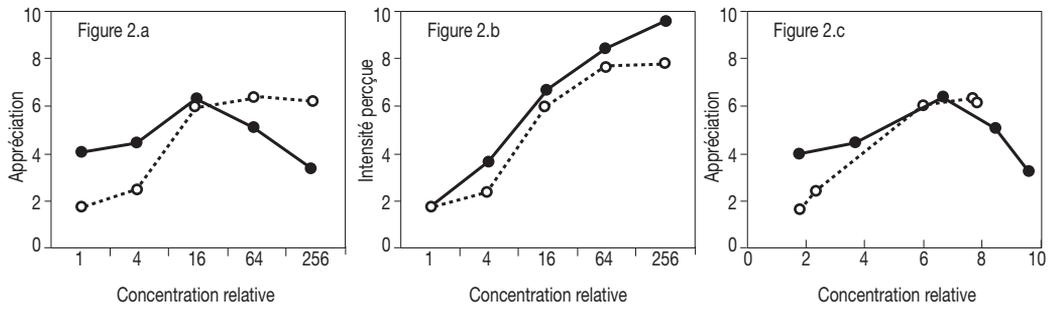
Un «oui -» indique un effet négatif du renforcement sur l'appréciation de l'aliment par les seniors.

Un «non» indique l'absence d'effet significatif du renforcement.

représentant l'intensité perçue en fonction de la concentration (Figure 2b). De façon logique, ces auteurs en ont conclu que l'effet de l'âge sur l'optimum de préférence pouvait en partie s'expliquer par le fait que chez les seniors, il est nécessaire d'avoir une augmentation de concentration plus importante pour avoir une même augmentation d'intensité perçue. Plus surprenant encore, ces auteurs ont aussi observé un décalage des courbes

Figure 2

Effet de l'âge sur l'optimum de préférence (2.a), sur l'évolution de l'intensité perçue en fonction de la concentration (2.b) et sur l'évolution de l'appréciation en fonction de l'intensité perçue (2.c) pour la flaveur orange dans du jus d'orange. Les courbes sont figurées en trait plein pour les sujets jeunes et en trait pointillé pour les sujets âgés (d'après de Graaf *et al.*, 1996).



représentant les notes d'appréciation en fonction de l'intensité perçue. L'optimum de ces courbes, c'est-à-dire l'intensité perçue conduisant à la note d'appréciation maximale est significativement plus élevée chez les personnes âgées que chez les sujets jeunes ($p < .01$; Figure 2c). Autrement dit, les personnes âgées recherchent des intensités plus fortes que les sujets jeunes – ce que le langage populaire traduit parfois par « avoir un bec plus sucré » en prenant de l'âge.

Au regard des études s'intéressant au lien entre préférence et dimension *quantitative* de la perception chimiosensorielle chez les seniors, il existe peu d'études s'intéressant au lien entre préférence et dimension *qualitative* de la perception chimiosensorielle. Dans le cadre de l'étude européenne HealthSense mentionnée plus haut, nous nous sommes intéressés à l'impact de l'âge sur le profil de notes hédoniques pour douze variantes de riz (Gourillon-Cordelle *et al.*, 2001). En parallèle des tests chimiosensoriels, le panel d'un peu plus de 900 consommateurs a participé à quatre repas, en évaluant trois variantes de riz à chaque repas. Les résultats, présentés dans le tableau 2, révèlent peu de différences entre les profils de notes hédoniques des différentes classes d'âge. Les riz les moins appréciés des classes d'âge les plus jeunes sont aussi les moins appréciés des seniors (riz complet; riz « pilau »), de même que les riz les plus appréciés des classes d'âges les plus jeunes sont aussi les plus appréciés des seniors (riz « champignon », riz « curry »). En fait, les résultats ont

révéle que les différences entre les trois villes impliquées dans l'étude étaient bien plus importantes que les différences liées à l'âge, ces faibles effets de l'âge différant par ailleurs d'une ville à l'autre. L'effet des habitudes alimentaires semble donc prévaloir sur l'effet des capacités sensorielles, et ceci même lorsque qu'une baisse des performances avec l'âge est observée pour les capacités olfactives et gustatives (Cf. figure 1).

Tableau 2
Présentation des profils de notes hédoniques de douze variantes de riz par classe d'âge.

	20-35	36-50	51-60	61-70	> 70
Riz complet	36.2 -	32.0 -	38.8 -	39.4 -	34.8 -
Pilau	42.1 -	39.8 -	41.9 -	41.4 -	41.7 -
Sucré-salé	39.7 -	38.1 -	42.5 -	42.6 -	45.9
Thaï	50.9	44.5	50.1	45.7	42.8 -
Chinois	49.4	45.8	45.3	47.8	47.2
Provençale	52.5	51.7 +	47.3	43.6 -	42.5 -
Brocoli-cheese	51.2	44.6	47.3	51.2	50.9
Basmati	51.3	49.5	49.4	52.0 +	48.1
Long grain	53.4 +	51.1 +	51.0	48.7	50.4
Légumes	56.3 +	49.4	53.1 +	54.9 +	55.4 +
Champignon	54.9 +	51.7 +	56.3 +	57.4 +	56.0 +
Curry	58.3 +	56.6 +	56.3 +	54.5 +	52.4 +

Pour chaque classe d'âge, les moyennes associées à un - ou à un + sont respectivement significativement inférieures ou supérieures à la moyenne générale (tous échantillons confondus) de la classe d'âge considéré ($p < .05$). A l'exception du riz complet, du riz thaï et du riz long grain, tous les autres riz sont des riz blanc additionnés d'épices, d'aromates et/ou de légumes (par exemple, le riz «sucré-salé» est du riz blanc additionné de carottes, de poivrons et de tomates, déshydratés ainsi que d'épices). Les participants ont évalué les échantillons sur des échelles continues bornées à gauche par «je n'aime pas du tout» et à droite par «j'aime beaucoup». Les réponses ont ensuite été transformées en scores variant de 0 à 100.

ÂGE, CAPACITÉS CHIMIOSENSORIELLES ET COMPORTEMENT ALIMENTAIRE

A ce jour, il n'existe que peu d'études ayant tenté d'expliquer la prise énergétique, les caractéristiques nutritionnelles de l'alimentation ou le statut nutritionnel des personnes âgées par une baisse de sensibilité chimiosensorielle (Duffy *et al.*, 1995; Griep *et al.*, 1996; de Jong *et al.*, 1999) et aucune n'a mis en évidence de résultats très probants. Ainsi, Griep *et al.* (1996) n'ont pas

observé de lien entre la sensibilité olfactive et la consommation de protéines animales, végétales, d'acides gras mono-insaturés et de glucides. Seule une corrélation significative a été observée entre la sensibilité olfactive et la prise énergétique ($r=.21$; $p<.05$), cette dernière étant plus faible chez les seniors ayant une sensibilité olfactive faible. Dans une étude menée chez des femmes âgées de plus de 65 ans, Duffy *et al.* (1995) n'ont pas montré de corrélation entre la sensibilité olfactive et la prise énergétique, glucidique ou protéique. Seule une augmentation de la consommation en acides gras saturés a été observée chez les personnes présentant une baisse de sensibilité. En parallèle, ces auteurs ont interrogé les femmes sur leur fréquence de consommation de plus de 130 aliments (National Cancer Institute Food Frequency Questionnaire). Moins d'une dizaine d'aliments étaient associés à une corrélation significative ($p<.05$) entre sensibilité olfactive et fréquence de consommation. Ainsi, les auteurs ont observé une baisse de la consommation de quelques fruits et légumes (fraises, pamplemousse, choux, épinards) et une augmentation de la consommation de quelques desserts sucrés (tarte, glace, gâteaux) chez les personnes ayant une sensibilité olfactive amoindrie. Les auteurs ont conclu qu'un déficit olfactif pourrait entraîner une baisse des préférences pour les aliments ayant un goût très acide ou très amer et/ou que les sensations sucrées ou grasses pourraient compenser cette perte de l'olfaction. Enfin, de Jong *et al.* (1999) se sont intéressés aux corrélations entre perception chimiosensorielle, appétit, prise alimentaire et indice de masse corporelle (IMC) chez des sujets âgés. Si les auteurs ont observé une corrélation entre une baisse de perception chimiosensorielle et une baisse d'appétit, en revanche, ils n'ont observé aucune corrélation entre la perception chimiosensorielle d'une part, et la prise alimentaire ou l'IMC d'autre part. Il convient néanmoins de nuancer ces conclusions, les mesures de sensibilité de ces études ne reposant que sur un nombre limité de molécules et/ou sur la capacité des sujets à identifier des odeurs. Ainsi, Griep *et al.* (1996) ont mesuré le seuil de détection de l'iso-amyl acétate. Duffy *et al.* (1995) ont mesuré le seuil de détection du butanol et la capacité des sujets à identifier 7 odeurs familières. De Jong *et al.* (1999) ont mesuré la capacité des sujets à identifier 10 odeurs familières et leur capacité à détecter quatre saveurs (NaCl, saccharose, acide citrique, quinine) présentées à faible concentration dans un aliment. Or, comme le soulignent Thomas-Danguin *et al.* (2003), la détection normale d'une seule odeur ne signifie

pas nécessairement que la personne n'a aucun problème olfactif. Par ailleurs, l'intérêt des tests d'identification reste controversé, l'accès à un code verbal pour les odeurs étant limité et souvent idiosyncrasique (Rouby & Sicard, 1997 ; Sulmont-Rossé et *al.*, 2005). De plus, la capacité à identifier une odeur ne dépend pas uniquement de capacités sensorielles mais aussi de capacités cognitives (réactivation du code verbal) susceptibles d'être affectées par le vieillissement, même dans le cadre d'un vieillissement normal (Larsson, 1996).

Un certain nombre de travaux ayant montré une augmentation des notes d'appréciation pour des aliments ayant une saveur ou un arôme renforcé chez les seniors (Tableau 1), plusieurs auteurs se sont logiquement intéressés à l'effet d'un tel renforcement sur la prise alimentaire – sur les quantités consommées. A ce jour, l'une des études les plus convaincantes est celle de Mathey *et al.* (2001). Dans cette étude, les auteurs ont renforcé la flaveur des plats de viande servis à des personnes âgées vivant en institution. Après 16 semaines d'intervention, les auteurs ont observé une légère augmentation de poids (+ 1 kg) chez ces personnes ayant reçu des plats à la flaveur « renforcée » par rapport à des sujets ayant continué de recevoir les plats « standards » (groupe contrôle). Malheureusement, lorsque Essed *et al.* (2007) ont répliqué cette étude dans les mêmes conditions, cet effet positif du renforcement de la flaveur sur le poids n'a plus été observé.

Le tableau 3 présente une revue d'un certain nombre d'études ayant testé cette stratégie compensatrice. Au travers de ces études, différents plats ont été testés (salés/sucrés, viande/légume) ainsi que différentes dimensions chimiosensorielles (renforcement de la saveur et/ou de l'arôme). Au regard de ces différentes études, il apparaît que le renforcement de la flaveur dans un aliment n'améliore que très rarement la prise alimentaire de cet aliment chez les personnes âgées, mais de nouveau, il convient de nuancer ces résultats. En effet, dans la plupart des études ayant testé l'efficacité d'une stratégie de renforcement pour augmenter la prise alimentaire chez les seniors, le choix des aliments, des dimensions sensorielles cibles et des concentrations des composés ajoutés semble avoir été fait sans consultation préalable de la population cible, en l'occurrence les seniors, et sans se préoccuper de leur préférence initiale. Dans quelques études, le choix des concentrations « renforcées » s'est même fait à partir de données recueillies chez

des sujets jeunes. Ainsi, dans l'étude de Koskinen *et al.* (2003), les concentrations d'arôme ont été choisies d'après un test préliminaire mené avec un panel expérimenté de sujets âgés de 25 à 41 ans. De même, dans l'étude de Bellisle *et al.* (1991), la concentration de monosodium de glutamate (saveur umami) rajoutée dans les plats renforcés correspondait à une valeur optimum mesurée auprès d'une population jeune. A notre connaissance, seule l'étude de De Jong *et al.* (1996) s'est attachée à déterminer la concentration de sucre dans trois produits cibles conduisant à l'optimum d'appréciation au sein d'une population jeune (<30 ans) et au sein d'une population âgée (>65 ans).

Tableau 3
Effet du renforcement de la composante chimiosensorielle d'un aliment sur la quantité consommée de ce dernier par une population senior

Référence	n ¹	Age ²	Aliment	Flaveur renforcée	Durée de l'exposition	Plan d'expérience ³	Effet ⁴
Bellisle <i>et al.</i> , 1991	100	M=84	2 soupes Riz Purée	Saveur umami	3 repas	Intra-sujet	Oui + pour 1 Non Oui +
Schiffman & Warwick, 1993	39	M=85	30 aliments variés (légumes, sauces, viandes...)	Flaveur	3 semaines	Intra-sujet	Oui + pour 3 aliments – Non pour les autres
De Jong <i>et al.</i> , 1996	25	>65	Confiture de fraise Yaourt à la fraise Boisson à l'orange	Saveur sucrée	5 jours	Intra-sujet	Non
Griep <i>et al.</i> , 1997	20	60-90	Soupe de tomate Quorn Yaourt	Flaveur	1 repas	Intra-sujet	Non Non Oui +
Mathey <i>et al.</i> , 2001	71	M=84	Plats de viande	Flaveur	16 semaines	Inter-sujet	Oui +
Essed <i>et al.</i> , 2007	97	M=85	Plats de viande	Flaveur et/ou saveur umami	16 semaines	Inter-sujet	Non
Koskinen <i>et al.</i> , 2003	57	M=74	Yosa	Arôme	3 repas	Intra-sujet	Non

1. Nombre de seniors ayant participé à l'étude.

2. M: moyenne.

3. Dans le cas des plans d'expérience «intra-sujet», un effet du renforcement de la flaveur est déclaré si les sujets âgés ont consommé davantage l'aliment renforcé que sa version standard. Dans le cas des plans d'expérience «intersujet», un effet du renforcement de la flaveur est déclaré si la prise alimentaire de sujets âgés recevant l'aliment renforcé est supérieure à celle de sujets âgés recevant la version standard.

4. Un «oui +» indique un effet positif du renforcement sur la prise alimentaire des seniors.

Un «oui -» indique un effet négatif du renforcement sur la prise alimentaire des seniors.

Un «non» indique l'absence d'effet significatif du renforcement.

Ainsi qu'indiqué dans le tableau 1, cette étude a effectivement mis en évidence une augmentation de l'optimum avec l'âge. Dans un deuxième temps, ces auteurs ont préparé pour chaque aliment une variante «basse» correspondant à la teneur en sucre optimale des jeunes et une variante «renforcée» correspondant à la teneur en sucre optimale des seniors. Deux nouveaux groupes de jeunes et de seniors ont alors reçu pendant cinq jours un petit-déjeuner avec les variantes «basses» des aliments cibles, et pendant cinq autres jours un petit-déjeuner avec les variantes «renforcées» des aliments cibles. Malheureusement, les résultats n'ont montré aucun effet de la concentration en sucre sur les quantités consommées, ni chez les jeunes ni chez les seniors.

En conclusion, lorsque les préférences sont mesurées à un instant t , les personnes âgées tendent à préférer des aliments ayant une saveur plus intense que des sujets plus jeunes. Cependant, augmenter la concentration des composés de la saveur dans les aliments proposés aux seniors afin de compenser le déclin des capacités chimiosensorielles n'a qu'un effet très limité, voire anecdotique, sur la prise alimentaire effective de cet aliment. Plus généralement, il n'existe à ce jour aucune démonstration convaincante de l'existence d'un lien entre sensibilité olfactive et prise alimentaire ou statut nutritionnel (Ferris *et al.*, 1985; Mattes & Cowart, 1994; de Jong *et al.*, 1999).

Il est possible que cette conclusion reflète le fait que la diminution des capacités chimiosensorielles, lorsqu'elle intervient dans le cadre d'un vieillissement normal, n'a pas d'incidence significative dans la vie quotidienne de ces personnes, et en particulier dans leur alimentation. Mojet *et al.* (2005) ont ainsi suggéré que les seniors n'ont pas forcément une connaissance explicite des changements de sensibilité chimiosensorielle survenant avec l'âge mais que ces changements s'accompagnent d'une «remise à jour» permanente de nos représentations internes des aliments. Dans la lignée de cette hypothèse, des données récentes ont montré que les mémoires sensorielles mises en jeu lors de la consommation d'un aliment étaient relativement bien préservées avec l'âge (Møller *et al.*, 2004, 2007; Sulmont-Rossé *et al.*, 2008). Ainsi,

Møller *et al.* (2007) n'ont observé aucune différence entre un groupe de sujets jeunes ($M=25$ ans) et un groupe de sujets âgés ($M=65$ ans) dans la capacité à reconnaître une soupe préalablement consommée parmi des variantes ayant un arôme légèrement différent.

Cependant, dans l'état actuel des connaissances, il n'est pas possible d'exclure complètement des problèmes d'ordre méthodologique. Comme mentionné plus haut, les tests classiquement utilisés pour évaluer les capacités chimiosensorielles des seniors ne sont peut-être pas suffisamment pertinents pour répondre à la problématique posée (pas assez d'odeurs testées, tests pouvant davantage dépendre des capacités cognitives que sensorielles des seniors...). Par ailleurs, la variabilité interindividuelle de l'effet du vieillissement sur la perception chimiosensorielle reste à ce jour insuffisamment prise en compte. En particulier, il serait souhaitable de réaliser des études en distinguant les personnes souffrant de déficits chimiosensoriels modérés de personnes souffrant de déficits sévères. Il est fort possible que dans les jeux de données recueillis à ce jour, la proportion de ces dernières ait été trop faible pour révéler un lien entre sensibilité chimiosensorielle et comportement alimentaire. Mieux cibler les populations âgées qui présentent un déficit chimiosensoriel sévère (sans pour autant sortir du cadre d'un vieillissement normal) représente l'enjeu des recherches futures. Cela nécessitera à la fois d'adapter les outils de mesure et de mieux cibler la population testée en tenant en compte non seulement de l'âge mais aussi des facteurs sociaux (seniors plus âgés, davantage d'études en institutions...).

Enfin, ce n'est pas parce que la diminution de la sensibilité olfactive ne semble pas avoir d'effet direct sur la prise alimentaire qu'il ne faut pas s'intéresser à la qualité sensorielle des repas destinés à être consommés par les personnes âgées. Face à l'enjeu considérable que représente la dénutrition chez ces dernières en matière de qualité de vie et de santé publique, la recherche dans le domaine sensoriel se doit de continuer à proposer des pistes de développement pour améliorer la qualité sensorielle des repas qui leur sont proposés, en vue d'améliorer l'appétence de ces repas, le plaisir associé à ces repas, et la prise alimentaire effective. Mais pour être efficace, cette recherche devra s'attacher à prendre en compte les attentes des seniors et des personnes âgées en tant que consommateurs à part entière, avec leur vécu sensoriel et

l'évolution des changements physiologiques apparaissant avec l'âge. En toute logique, le mot de la fin (ou de la faim...) revient à un senior interrogé à l'occasion des entretiens semi-directifs mentionnés au début de cet article. A notre question «*Prenez-vous toujours autant de plaisir à manger, même si vous avez moins d'odorat?*», cette personne répondit très spontanément: «*Ah oui! Ah oui, oui! Manger, au contraire, c'est presque le seul plaisir qu'il nous reste!*».

■

La revue de littérature présentée dans cet article a fait l'objet d'une communication orale à l'occasion du colloque IFN, L'Alimentation des Seniors (1^{er} décembre 2009). L'étude sur le riz a été menée dans le cadre du programme HealthSense financé par la Commission Européenne Quality of Life (QLK-1999-00010).

Les auteurs remercient Sylvie Gourillon-Cordelle, Ulrike Simchen, Pascal Schlich, Corinna Koebnick, Stephan Hoyer, Lotte Jeppesen, Karsten Kramer Vig, Elizabeth Sheehan, Conor Delahunty and Hans-Joachim F. Zunft qui ont participé à cette étude. Les entretiens semi-directifs ont été menés dans le cadre du programme Aupalesens financé par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR-09-ALIA-011-02). Les auteurs remercient Virginie Van Wymelbeke, Elodie Caumon, Célia Crema pour leur aide à l'occasion de ces études.

BIBLIOGRAPHIE

AMOORE J.E. (1986). *Effects of chemical exposure on olfaction in humans. In: Toxicology of the nasal passages. Washington: Hemisphere Publishing Corporation, 155-190.*

BELLISLE F., MONNEUSE M.O., CHABERT M., LARUE-ACHAGIOTIS C., LANTEAUME M.T. & LOUIS-SYLVESTRE J. (1991). *Monosodium glutamate as a palatability enhancer in the European diet. Physiology & Behavior, vol. 49, 869-873.*

BERRY E.M. & MARCUS E.L. (2000). *Disorders of eating in the elderly. Journal of Adult Development, vol. 7, 87-99.*

BOOTH D.A., MATHER P. & FULLER J. (1982). *Starch content of ordinary foods associatively conditions human appetite and satiation, indexed by intake and eating pleasantness of starch-paired flavours. Appetite, vol. 3, 163-184.*

BOYCE J.M. & SHONE G.R. (2006). *Effects of ageing on smell and taste. Postgraduate Medical Journal, vol. 82, 239-241.*

CAUMON E. (2010). *Impact de l'âge sur le traitement cognitif de stimulus chimio-sensoriels alimentaires. Rapport de M2 Recherche Nutrition Humaine et Santé Publique, Université Paris XIII.*

CREMA C. (2010). *Contribution sociale à l'augmentation du plaisir alimentaire et sensoriel des seniors. Rapport de M2 Recherche Vieillesse et Société, Université de Bourgogne, Dijon.*

DE GRAAF C., VAN STAVEREN W.A. & BUREMA J. (1996). *Psychophysical and psychohedonic functions of four common food flavours in elderly subjects. Chemical Senses, vol. 21, 293-302.*

- DE JONG N., DE GRAAF C. & VAN STAVEREN W.A. (1996). *Effect of sucrose in breakfast items on pleasantness and food intake in the elderly. Physiology & Behavior, vol. 60, 1453-1462.*
- DE JONG N., MULDER I., DE GRAAF C. & VAN STAVEREN W.A. (1999). *Impaired sensory functioning in elders: The relation with its potential determinants and nutritional intake. Journal Gerontology Serie A Biological Sciences Medical, vol. 54, B324-B331.*
- DELWICHE J. (2004). *The impact of perceptual interactions on perceived flavor. Food Quality and Preference, vol. 15, 137-146.*
- DOTY R.L. (1991). *Olfactory dysfunction in neurodegenerative disorders. In : Smell and taste in health and disease. New-York: Raven Press, 735-751.*
- DOTY R.L. & BROMLEY M.D. (2004). *Effects of drugs on olfaction and taste. Otolaryngologic Clinics of North America, vol. 37, 1229-1254.*
- DOTY R.L., SHAMAN P., APPELBAUM S.L., GIBERSON R., SIKSORSKI L. & ROSENBERG L. (1984). *Smell identification: Changes with age. Science, vol. 226, 1441-1443.*
- DUFFY V.B., BACKSTRAND J.R. & FERRIS A.M. (1995). *Olfactory dysfunction and related nutritional risk in free-living elderly women. Journal of the American Dietetic Association, vol. 95, 879-884.*
- ESSED N.H., VAN STAVEREN W.A., KOK F.J. & DE GRAAF C. (2007). *No effect of 16 weeks flavor enhancement on dietary intake and nutritional status of nursing home elderly. Appetite, vol. 48, 29-36.*
- FERRIS A.M., SCHLITZER J.L., SCHIERBERL M.J., CATALANOTTO F.A., GENT J., PETERSON M.G., BARTOSHUK L.M., CAIN W.S., GOODSPEED R.B., LEONARD G. & DONALDSON J.O. (1985). *Anosmia and nutritional status. Nutrition Research, vol. 5, 149-156.*
- FRANK, R.A. & BYRAM J. (1988). *Taste-smell interactions are tastant and odorant dependent. Chemical Senses, vol. 13, 445-455.*
- GOURILLON-CORDELLE S., ISSANCHOU S., SCHLICH P., HANSEN G., KRAMER VIG K., NIELSEN R., HOYER S., SEPELT B., SIMCHEN U., SHEEHAN E. & DELAHUNTY C. (2001). *Impact of age and culture on food liking in three European countries. The 4th Pangborn Sensory Science: A Sense Odyssey, 22-26 July, Dijon.*
- GRIEP M.I., METS T.F. & MASSART D.L. (1997). *Different effects of flavour amplification of nutrient dense foods on preference and consumption in young and elderly subjects. Food Quality and Preference, vol. 8, 151-156.*
- RIEP M.I., VERLEYE G., FRANCK A.H., COLLYS K., METS T.F. & MASSART D.L. (1996). *Variation in nutrient intake with dental status, age and odour perception. European Journal of Clinical Nutrition, vol. 50, 816-825.*
- KOSKINEN S., KÄLVIÄINEN N. & TUORILA H. (2003). *Flavor enhancement as a tool for increasing pleasantness and intake of a snack product among the elderly. Appetite, vol. 41, 87-96.*
- KREMER S., BULT J.H.F., MOJET J. & KROEZE J.H.A. (2007A). *Compensation for age-associated chemosensory losses and its effect on the pleasantness of a custard dessert and a tomato drink. Appetite, vol. 48, 96-103.*
- KREMER S., BULT J.H.F., MOJET J. & KROEZE J.H.A. (2007B). *Food Perception with Age and Its Relationship to Pleasantness. Chemical Senses, vol. 32, 591-602.*
- KREMER S., MOJET J. & KROEZE J.H.A. (2007C). *Differences in perception of sweet and savoury waffles between elderly and young subjects. Food Quality and Preference, vol. 18, 106-116.*
- LAMY M., MOJON P., KALYKAKIS G., LEGRAND R. & BUTZ-JORGENSEN E. (1999). *Oral status and nutrition in the institutionalized elderly. Journal of Dentistry, vol. 27, 443-448.*

-
- LARSSON M. (1996).** *Odor and source remembering in adulthood and aging: influences of semantic activation and item richness. Thesis report, Karolinska Institute, Stockholm.*
- LASKA M. (2001).** *Perception of trigeminal chemosensory qualities in the elderly. Chemical Senses, vol. 26, 681-689.*
- LAUREATI M., PAGLIARINI E. & CALCINONI O. (2008).** *Does the enhancement of chemosensory stimuli improve the enjoyment of food in institutionalized elderly people? Journal of Sensory Studies, vol. 23, 234-250.*
- MATHEY M.F., SIEBELINK E., DE GRAAF C. & VAN STAVEREN W.A. (2001).** *Flavor enhancement of food improves dietary intake and nutritional status of elderly nursing home residents. The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences, vol. 56, M200-M205.*
- MATTES R.D. (2002).** *The chemical senses and nutrition in aging: challenging old assumptions. Journal of the American Dietetic Association, vol. 102, 192-196.*
- MATTES R.D. & COWART B.J. (1994).** *Dietary assessment of patients with chemosensory disorders. Journal of the American Dietetic Association, vol. 94, 50-56.*
- MOJET J., CHRIST-HAZELHOF E. & HEIDEMA J. (2001).** *Taste perception with age: generic or specific losses in threshold sensitivity to the five basic tastes? Chemical Senses, vol. 26, 845-860.*
- MOJET J., CHRIST-HAZELHOF E. & HEIDEMA J. (2005).** *Taste perception with age: pleasantness and its relationships with threshold sensitivity and supra-threshold intensity of five taste qualities. Food Quality and Preference, vol. 16, 413-423.*
- MOJET J., HEIDEMA J. & CHRIST-HAZELHOF E. (2003).** *Taste perception with age: Generic or specific losses in supra-threshold intensities of five taste qualities? Chemical Senses, vol. 28, 397-413.*
- MØLLER P., MOJET J. & KÖSTER E.P. (2007).** *Incidental and intentional flavor memory in young and older subjects. Chemical Senses, vol. 32, 557-567.*
- MØLLER P., WULFF C. & KÖSTER E.P. (2004).** *Do age differences in odour memory depend on differences in verbal memory? Neuroreport, vol. 15, 915-917.*
- MURPHY C. (1986).** *Taste and smell in the elderly. In : Clinical measurement of taste and smell. New York : Macmillan, 343-369.*
- MURPHY C., CAIN W.S., GILMORE M.M. & SKINNER R.B. (1991).** *Sensory and semantic factors for recognition memory for odors and graphic stimuli: elderly versus young persons. American Journal of Psychology, vol. 104, 161-192.*
- PELCHAT M.C. & BURKHARDT-KULPA D. (1996).** *Taste sensitivity and preference in the frail, institutionalized elderly. Chemical Senses, vol. 21, 654.*
- ROLLS B.J. (1999).** *Do chemosensory changes influence food intake in the elderly? Physiology & Behavior, vol. 66, 193-197.*
- SCHIFFMAN S.S. (1991).** *Drugs influencing taste and smell perception. In : Smell and taste in health and disease. New York : Raven Press, 845-850.*
- SCHIFFMAN S.S. (1993).** *Perception of taste and smell in elderly persons. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, vol. 33, 17-26.*
- SCHIFFMAN S.S. (2000).** *Intensification of sensory properties of foods for the elderly. Journal of Nutrition, vol. 130, 927S-930S.*
- SCHIFFMAN S.S. & GRAHAM B.G. (2000).** *Taste and smell perception affect appetite and immunity in the elderly. European Journal of Clinical Nutrition, vol. 54, 54-63.*
- SCHIFFMAN S.S. & WARWICK Z.S. (1988).** *Flavor enhancement of foods for the elderly can reverse anorexia. Neurobiology of Aging, vol. 9, 24-26.*

- SCHIFFMAN S.S. & WARWICK Z.S. (1993). *Effect of flavor enhancement of foods for the elderly on nutritional status: food intake, biochemical indices and anthropometric measures. Physiology & Behavior*, vol. 53, 395-402.
- SIMCHEN U.S., GOURILLON-CORDELLE S., ISSANCHOU S., SCHLICH P., CHABANET C., HOYER S., ZUNFT F., JEPPSEN L., KRAMER VIG K., SHEEHAN E. & DELAHUNTY C. (2003). *Contribution of culture, gender and age to preferences to different rice samples. The 5th Pangborn Sensory Science. A Sensory Revolution. Boston, July, 20-24.*
- SULMONT-ROSSÉ C., ISSANCHOU S. & KÖSTER E.P. (2005). *Odor naming methodology: Correct identification with multiple-choice versus repeatable identification in a free task. Chemical Senses*, vol. 30, 23-27.
- SULMONT-ROSSÉ C., MØLLER P., ISSANCHOU S. & KÖSTER E.P. (2008). *Effect of age and food novelty on food memory. Chemosensory Perception*, vol. 1, 199-209.
- STEVENS J.C., BARTOSHUK L.M. & CAIN W.S. (1984). *Chemical senses and aging: taste versus smell. Chemical Senses*, vol. 9, 167-179.
- STEVENS J.C. & DADARWALA A.D. (1993). *Variability of olfactory threshold and its role in assessment of aging. Perception & Psychophysics*, vol. 54, 296-302.
- THOMAS-DANGUIN T., ROUBY C., SICARD G., VIGOUROUX M., FARGET V., JOHANSSON A., BENGTZON A., HALL G., ORMEL W., DE GRAAF C., ROUSSEAU F. & DUMONT J.P. (2003). *Development of the ETOC: a European test of olfactory capabilities. Rhinology*, vol. 41, 142-151.
- ROLLS B.J. (1986). *Sensory-specific satiety. Nutrition Review*, vol. 44, 93-101.
- ROLLS B.J. (1999). *Do chemosensory changes influence food intake in the elderly? Physiology and Behavior*, vol. 66, 193-197.
- ROUBY C. & SICARD G. (1997). *Des catégories d'odeurs?. In: Catégorisation et cognition : de la perception au discours. Paris: Kimé, 59-81.*
- ROZIN P. & VOLLMECKE T.A. (1986). *Food likes and dislikes. Annual Review of Nutrition*, vol. 6, 433-456.
- YEOMANS M.R., LEITCH M., GOULD N.J. & MOBINI S. (2008). *Differential hedonic, sensory and behavioral changes associated with flavor-nutrient and flavor-flavor learning. Physiology & Behavior*, vol. 93, 798-806.