



HAL
open science

Utilisation d'arômes dans la reformulation d'aliments à teneur réduite en sel, gras, sucre pour renforcer la perception du salé, gras et/ou sucré

Elisabeth Guichard, Christian Salles, Thierry Thomas-Danguin

► To cite this version:

Elisabeth Guichard, Christian Salles, Thierry Thomas-Danguin. Utilisation d'arômes dans la reformulation d'aliments à teneur réduite en sel, gras, sucre pour renforcer la perception du salé, gras et/ou sucré. 18. journées de formulation, Dec 2017, Nice, France. 32 p. hal-02788911

HAL Id: hal-02788911

<https://hal.inrae.fr/hal-02788911v1>

Submitted on 5 Jun 2020

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.



Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation
Team 1 - Molecular interactions, in-mouth breakdown
and flavor perception

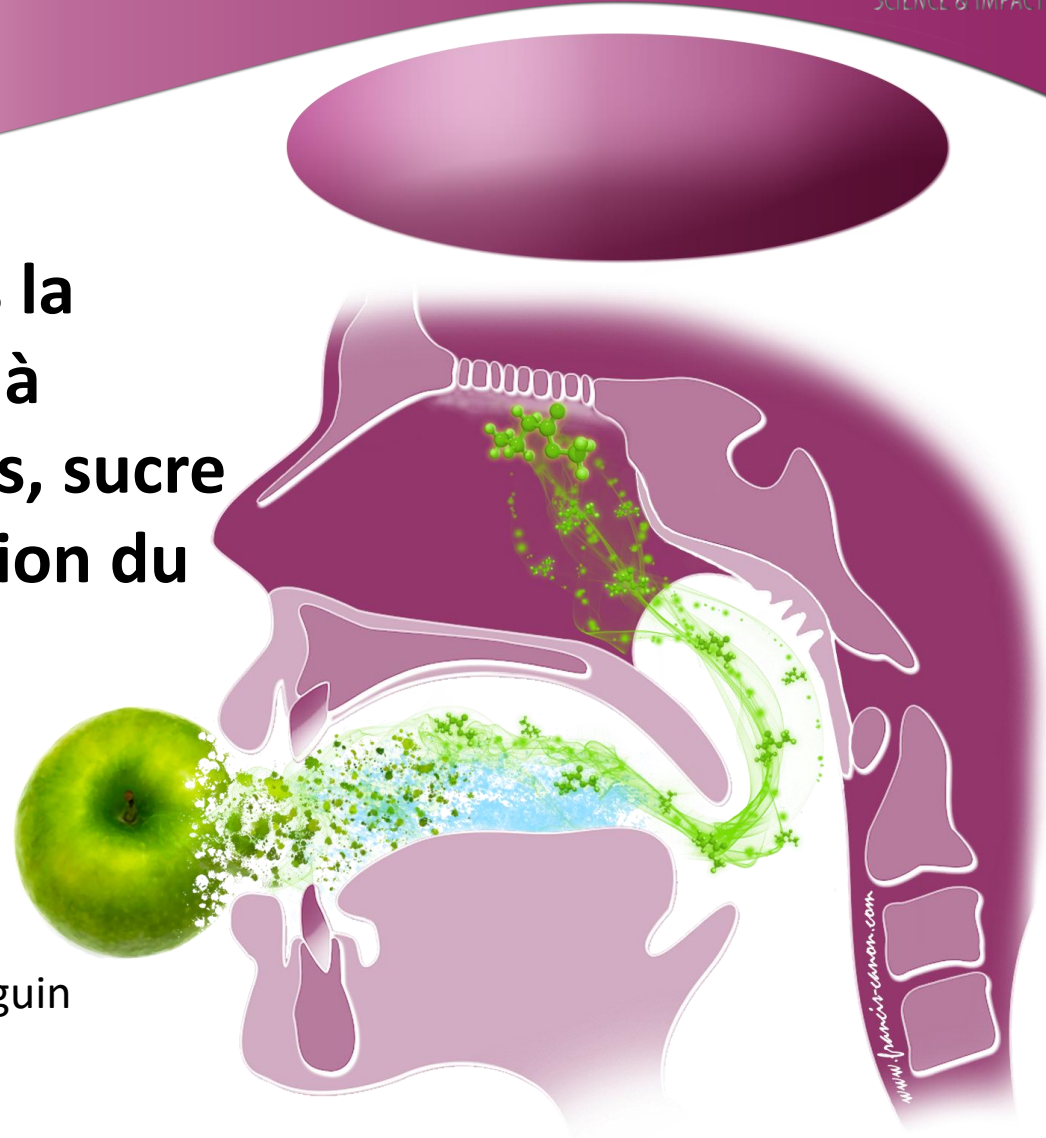
INRA, 17 Rue Sully, 21065 DIJON Cedex, France
<http://www2.dijon.inra.fr/csge/>



Utilisation d'arômes dans la reformulation d'aliments à teneur réduite en sel, gras, sucre pour renforcer la perception du salé, gras et/ou sucré

Elisabeth Guichard

Christian Salles, Thierry Thomas-Danguin



Centre des Sciences
du Goût et de
l'Alimentation

18th Journées de Formulation, Nice, 4-5 décembre 2017



Contexte

- Une consommation excessive de sel, de sucre et de matières grasses peut avoir des effets néfastes sur la santé (World Health Organization)
 - ➔ risques cardiovasculaires, hypertension, cancer, ostéoporose, diabète, obésité, etc...
- Les pouvoirs publics recommandent de réduire la consommation de sel, de sucre et de matières grasses qui entrent dans la composition des aliments
- Ces ingrédients ont d'autres fonctionnalités importantes dans l'aliment
 - Rôle antimicrobien du sel (ex: produits de charcuterie)
 - Agent texturant
 - Qualité sensorielle
 - Rôle dans la disponibilité d'autres nutriments et stimuli sensoriels

Contexte

- Les industriels doivent reformuler leurs produits tout en maintenant une bonne acceptabilité pour le consommateur

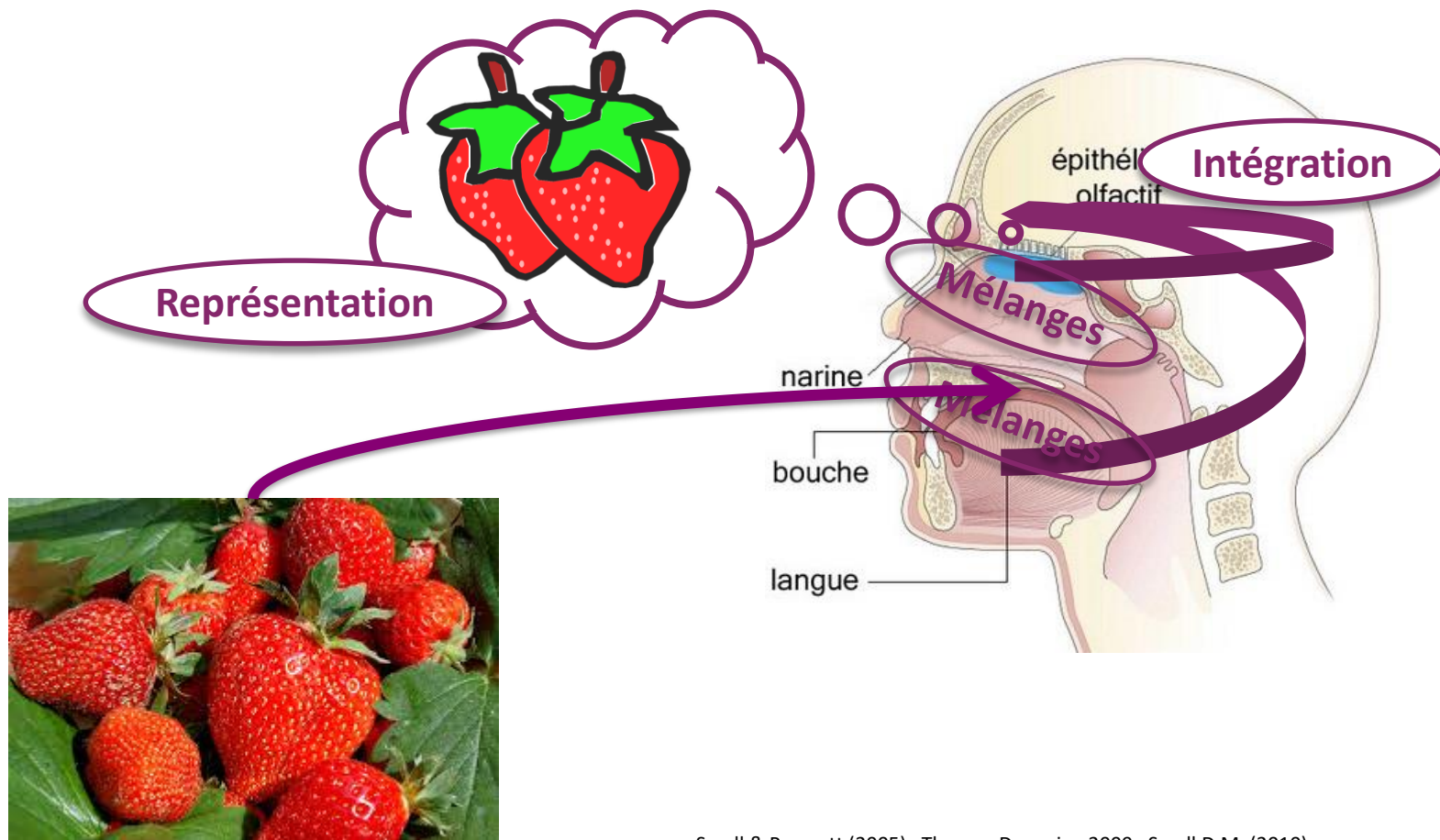
- Différentes stratégies existent
 - réduction progressive du sel/gras/sucre dans les aliments

 - substitution (totale or partielle)
 - autres sels (ex: KCl)
 - ➔ développement de saveurs indésirables
 - glutamate de sodium
 - ➔ apporte également du sodium
 - substituants de matières grasses (ex: polyesters)
 - ➔ modifient la biodisponibilité des nutriments
 - Matière grasses polyinsaturées
 - ➔ modification de texture
 - edulcorants
 - ➔ modification de texture, saveurs indésirables

Contexte

- Solution proposée
 - Combler la diminution de perception du salé, gras, sucré par une autre perception
 - Utiliser les interactions entre modalités sensorielles comme levier de renforcement de la saveur par l'odeur

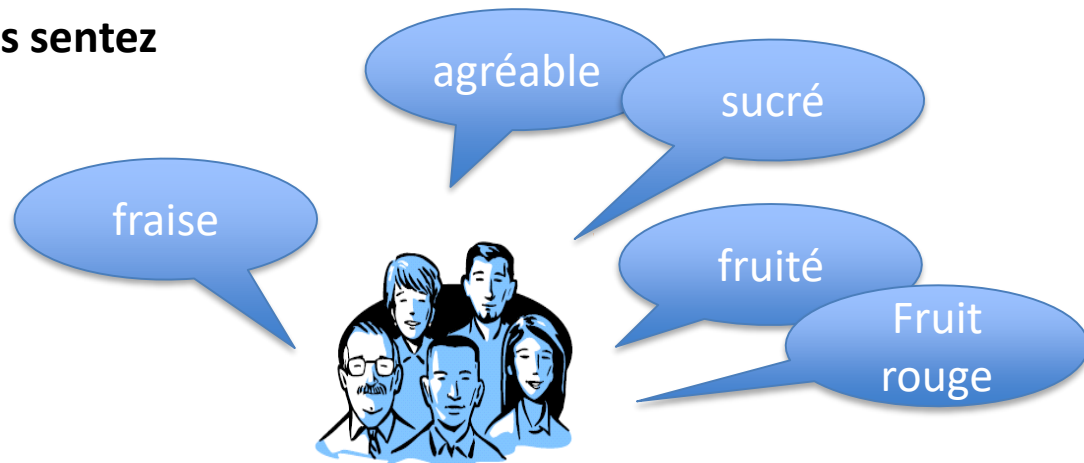
La perception globale d'une flaveur résulte le plus souvent de l'intégration d'informations transmises par différents sens.



Small & Prescott (2005) ; Thomas-Danguin , 2009 ; Small D.M. (2010)

Cette intégration est le support d'interactions dites multimodales entre différentes modalités sensorielles

Décrivez ce que vous sentez



- **Pourquoi une odeur est spontanément décrite avec des termes de saveur ?**
- Arômes et Saveurs résultent de l'activation de systèmes sensoriels distincts
- Arômes et Saveurs sont intégrés simultanément au niveau cérébral et contribuent à la formation du percept global de Flaveur
- *Quand on perçoit l'odeur de fraise, cela évoque plus largement la flaveur de la fraise qui possède une dimension sucrée ; on parle alors d'interaction arôme-saveur.*

Thomas-Danguin, 2009

Quelques exemples d'utilisation de molécules odorantes congruentes au salé/gras/sucré pour renforcer la perception du salé/gras/sucré dans les aliments

Importance du choix des molécules odorantes
différentes stratégies

Existence d'un effet matrice?

Augmentation de la saveur salée par ajout d'odorants exemple de fromages modèles



Stratégie de sélection de noms d'aliments associés aux saveurs principales par questionnaire



Imaginez l'odeur de litchi
Est-ce SUCRÉ ?



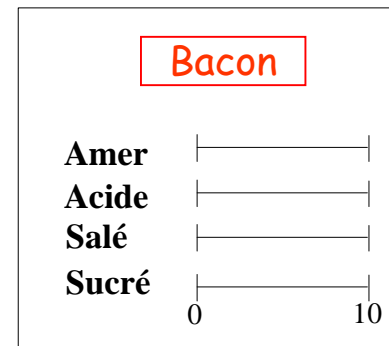
Etude 1



81 consommateurs

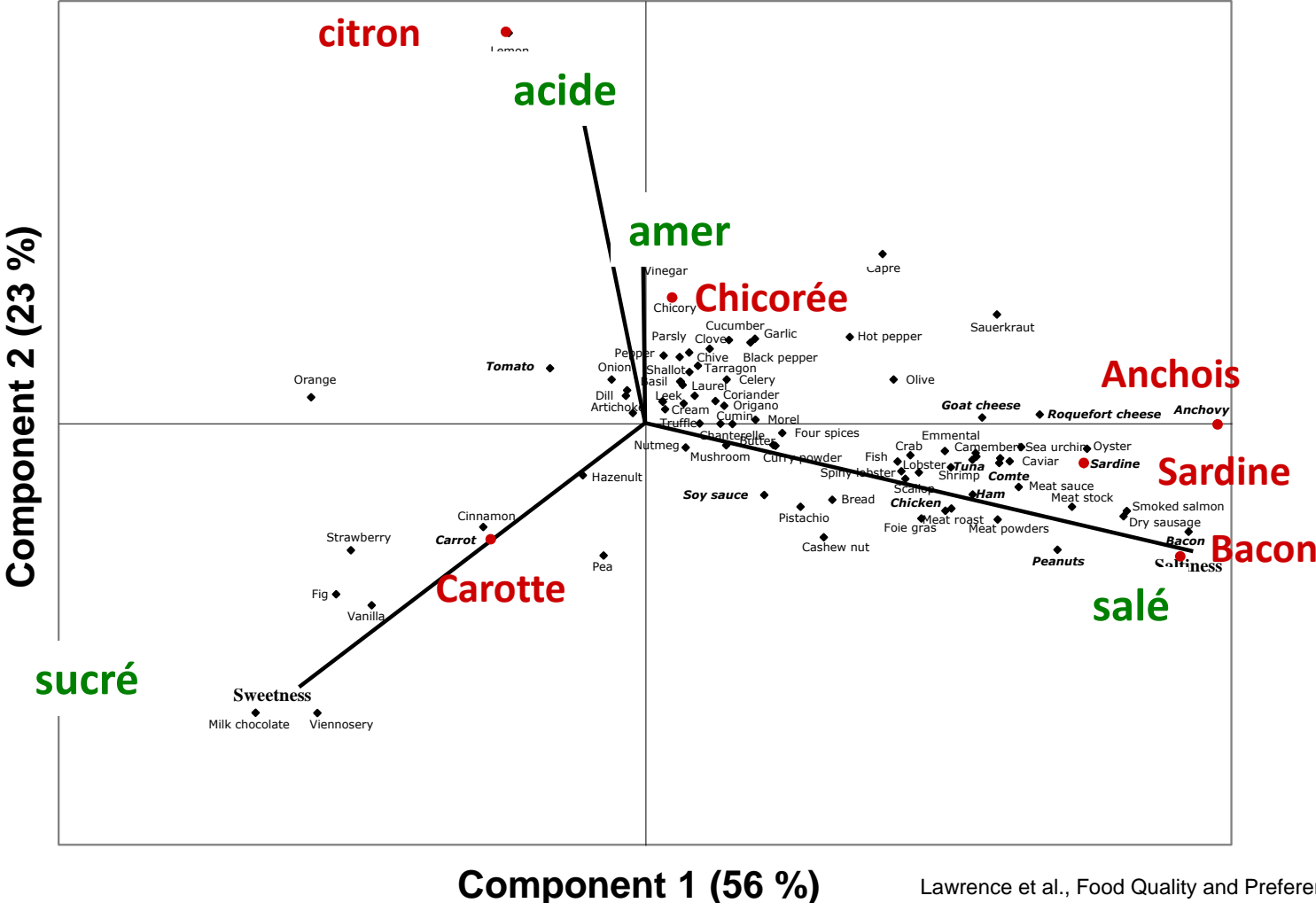


86 noms d'aliments



Lawrence et al., Food Quality and Preference, 2009

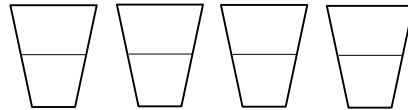
Associations entre aliments et saveurs



Lawrence et al., Food Quality and Preference, 2009



Validation des associations par tests gustatifs en solution aqueuse



Etude 2



30 consommateurs

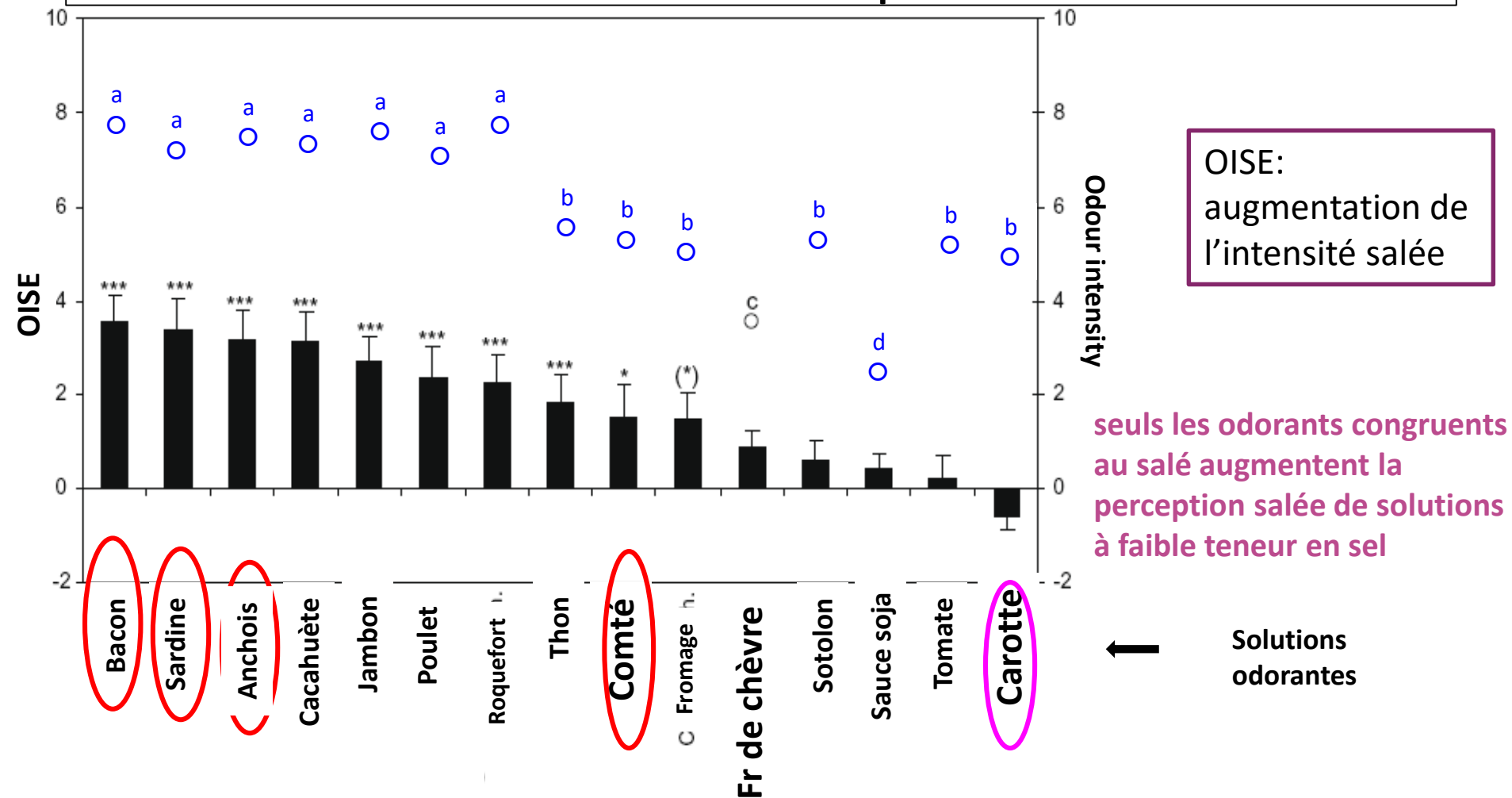
15 molécules odorantes
solution aqueuse salée (0,02M)

	Bacon	
Intensité d'odeur	-----	
Intensité de saveur	-----	
Amer	-----	
Acide	-----	
Salé	-----	
Sucré	-----	
	0	10



Lawrence et al., Food Quality and Preference, 2009

Impact de l'ajout d'un odorant sur l'augmentation de la perception salée dans des solutions aqueuses



Lawrence et al. (2009). Odour-Taste interactions: A way to enhance saltiness in low-salt contents solutions. *Food Quality and Preference*, 20, 241-248 .

Impact de l'ajout d'un odorant sur l'augmentation de la perception salée dans des fromages modèles

Experimental



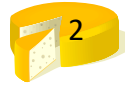
27 consumers



4 fromages modèles à 0,5% sel
2 niveaux de matière grasse: 20 et 40%
2 niveaux de matière sèche: 370 et 440 g/Kg



370-20



370-40



440-20



440-40

Évaluation
Sans ajout d'arôme
Avec ajout d'un arôme

- Comté
- Sardine
- carotte



Procédure

▣ **Intensité odorante**
▣ **Intensité de saveur**

- acide
- amer
- salé
- sucré

▣ **Texture**

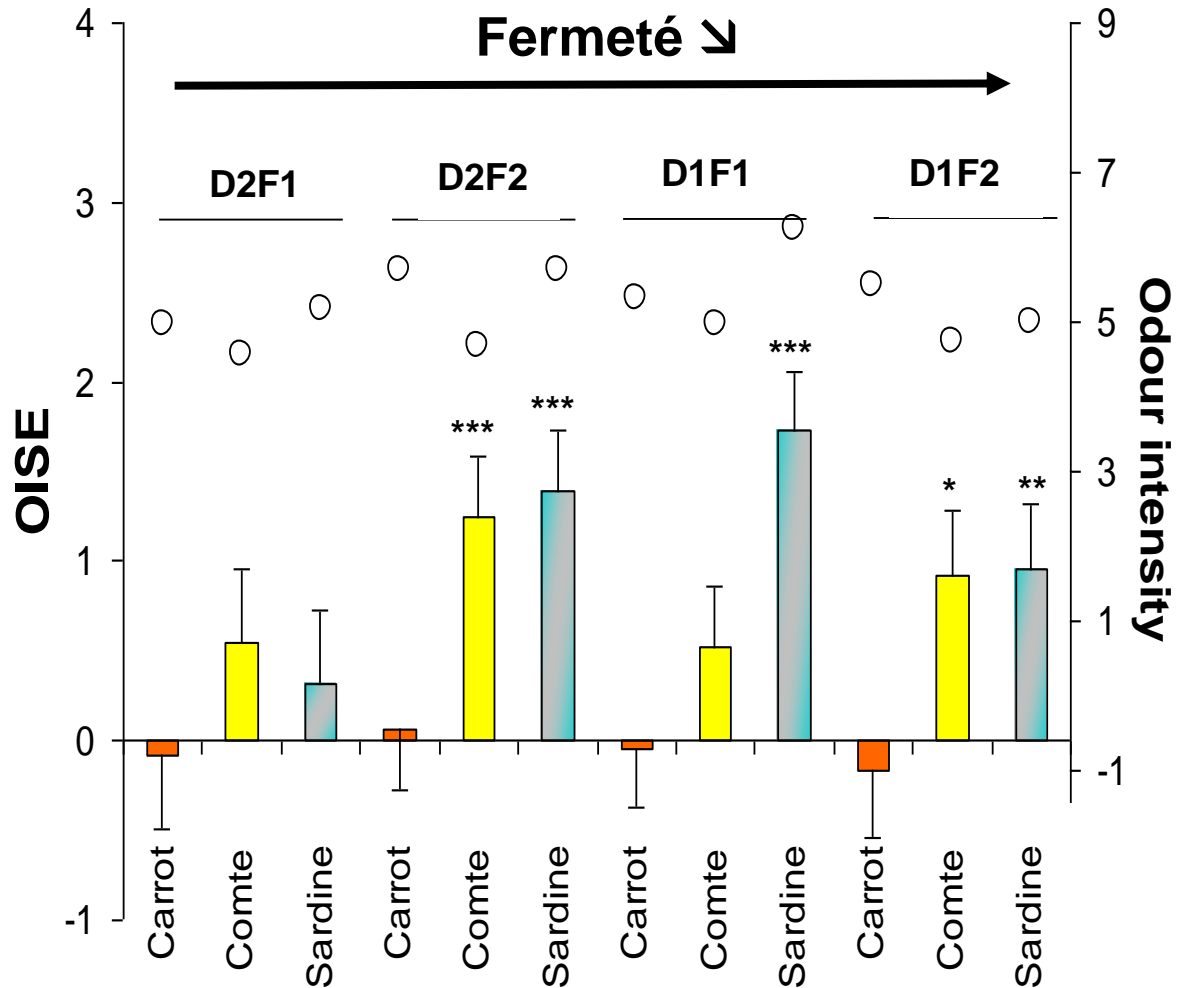
- fermeté
- granulométrie
- humidités

▣ **Préférence**



Lawrence et al. (2011). Using cross-modal interactions to counterbalance salt reduction in solid foods. *International Dairy Journal*, 21, 103-110.

Impact de l'ajout d'un odorant sur l'augmentation de la perception salée dans des fromages modèles



D: Dry matter, F: Fat/D ratio

1: low level ; 2: high level

✓ *Arôme carotte (non associé au salé) n'augmente pas la perception salée*

✓ *Les arômes associés au salé augmentent la perception salée dans des aliments solides à faible teneur en sel*

✓ *Influence de la composition sur la taille de l'effet*

✓ *Effet plus faible à fermeté élevée et faible teneur en matière grasse*

Lawrence et al. (2011). Using cross-modal interactions to counterbalance salt reduction in solid foods. *International Dairy Journal*, 21, 103-110.

Effet combiné d'arômes sur l'augmentation du salé et du gras exemple de fromages modèles



Impact de l'ajout d'odorants sur l'augmentation de la perception salée et gras dans des fromages modèles

24 fromages modèles

- 2 niveaux de gras (F1=20%, F2=40%).
- 2 niveaux de sel (S1=0.5%, S2=1.5%).
- 2 niveaux de pH (P1=5.0, P2=6.2).

Chaque échantillon aromatisé avec soit:

- Arôme sardine (associé au salé).
- Arôme beurre (associé au gras).
- Non aromatisé (contrôle).



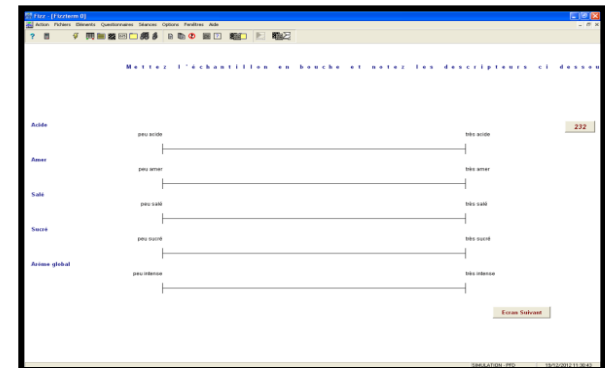
Evaluation sensorielle

31 sujets (21 femmes, 10 hommes)



salty,
sweet,
sour,
bitter,
elasticity,
firmness,
moistness,
melting,
granularity,
perceived fat content

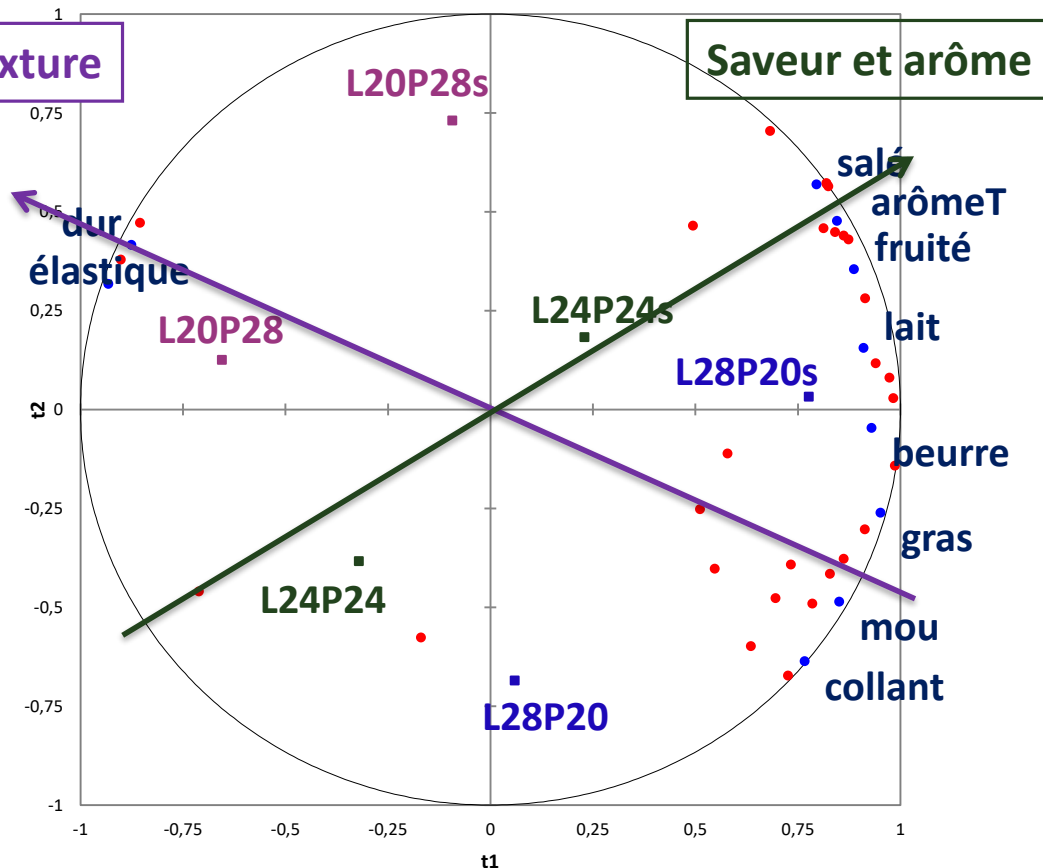
Sensory attributes (linear scales 1-10, FIZZ)



and liking (specific session)

Effet du rapport lipide/protéines (L/P) et de l'ajout de sel de fromages modèles sur la perception sensorielle

PLS: représentation des descripteurs sensoriels



Texture:

Plus de protéine (L20P28)

⇒ dur, élastique ↗

Plus de lipides (L28/P 20)

⇒ gras, mou, collant ↘

Saveur et arôme:

Plus de protéine (L20P28)

⇒ Moins odorant, moins salé

Plus de sel

⇒ salé, arôme total ↗

Plus de lipide (L28P20)

⇒ Arôme beurre ↗

- ❖ Arôme total associé à salé (effet salting out? Effet de la structure: taille des GG ↗ avec sel)
- ❖ Arôme beurre associé à gras (congruence?)

Augmentation de la perception du gras par ajout d'odorants Exemple de fromages blancs



Molécules odorantes impliquées dans la dimension olfactive de la perception du gras

- Plus de 15000 composés volatils ont été répertoriés dans les aliments
<http://www.vcf-online.nl/VcfHome.cfm>
- Environ 3500 sont répertoriées avec leurs descripteurs odorants dans la Flavourbase <http://www.leffingwell.com/flavbase.htm>
- Dont plus de 400 sont reportées avec le descripteur « gras »,
 - Différentes classes chimiques (esters, aldéhydes, cétones, lactones, alcools)
 - Différentes masses molaires
 - Pour une même classe chimique, le descripteur gras est plus souvent présent lorsque la chaîne aliphatique est plus longue

nom	descripteur odorant	description Flavor Base
trans-2-Octenoic acid		Waxy-fatty, mutton, chicken, musty odor with creamy dairy notes
9-Decenoic acid		Waxy, fatty, creamy, slight fruity, milky, cream cheese
trans-2, trans-4-Nonadienal	fatty nutty	Strong fatty type odor and taste; chicken fat on dilution
trans,trans-2,4-Undecadienal	oily caramellic spicy	Fatty, green oily, cooked fatty odor
Vanillin		Powerful, creamy, vanilla-like odor & sweet taste
Oxobutyric acid		Sweet, brown, creamy, caramellic, fatty nuance (see comments)
acetoin	Buttery, creamy, milky fatty	Creamy-buttery, yogurt-like odor and flavor
Acetoxybutanone		Creamy, buttery, yogurt, nutty, fruity, grape, winey
acetoin butyrate	Creamy, musty, buttery	Dairy-like cheese and fruity odor, buttery taste
2,3-Hexanedione	Buttery creamy caramellic	Creamy, sweet buttery odor & butter, cheese, fruity, caramellic taste
2,3 pentane dione	Buttery creamy caramel nutty	Oily-buttery, fatty odor, butter, cream, milk taste
3,4-hexanedione	Buttery toasted nutty	Buttery, cooked caramel odor; caramel, nutty; buttery creamy taste
2,3-heptane dione	Buttery cheese oily	Strong, sweet, butter, fatty, cheesy odor; sweet buttery taste
2-Methyltetrahydrofuran-3-one		Sweet, roasted, bread-like, buttery, rum and caramellic
Ethyl undecanoate		Waxy creamy, slight fruity with a coconut and cheesy nuance
Butyl butyryllactate	Buttery, creamy, waxy, green	Sweet-sour-fruity-buttermilk odor, creamy, dairy, buttery, milky flavor
Methyl butylphenylacetate		Sweet, honey-green-fruity, cream, milk, woody-chocolate-vanilla notes
delta-Nonalactone	creamy, sweet, coconut, fatty	Sweet, oily-fatty, coconut odor; fruity, dairy-cream-like taste
δ-Decalactone	Coconut, creamy, fruity	Sweet, creamy, milky, peach, nut; peach, buttery in dilution
Tetradecalactone		Creamy, sweet milky, butter-like, fatty odor & taste
sulfurol	Meaty, brothy, nutty, oily	In dilution, meaty-beef like with nutty note
4,5-Dihydro-3(2H)-thiophenone	Alliaceous, cooked meaty	Roasted, cooked meaty, buttery, garlic, onion, vegetable, clam notes
methional	Vegetable, oily, creamy, meaty	Onion, meat-like odor; in dilution - potato-tomato aroma

Choix des stimuli odorants de l'univers « gras »

↪ Sélection de 23 molécules sur la base de leurs descriptions (notes « gras » et/ou « beurre » et/ou crème »)

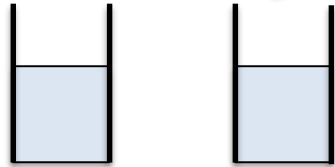
↪ 10 molécules retenues d'après des critères de disponibilité en qualité « food grade » pour des tests sensoriel

↪ 4 molécules retenues après tests sensoriels

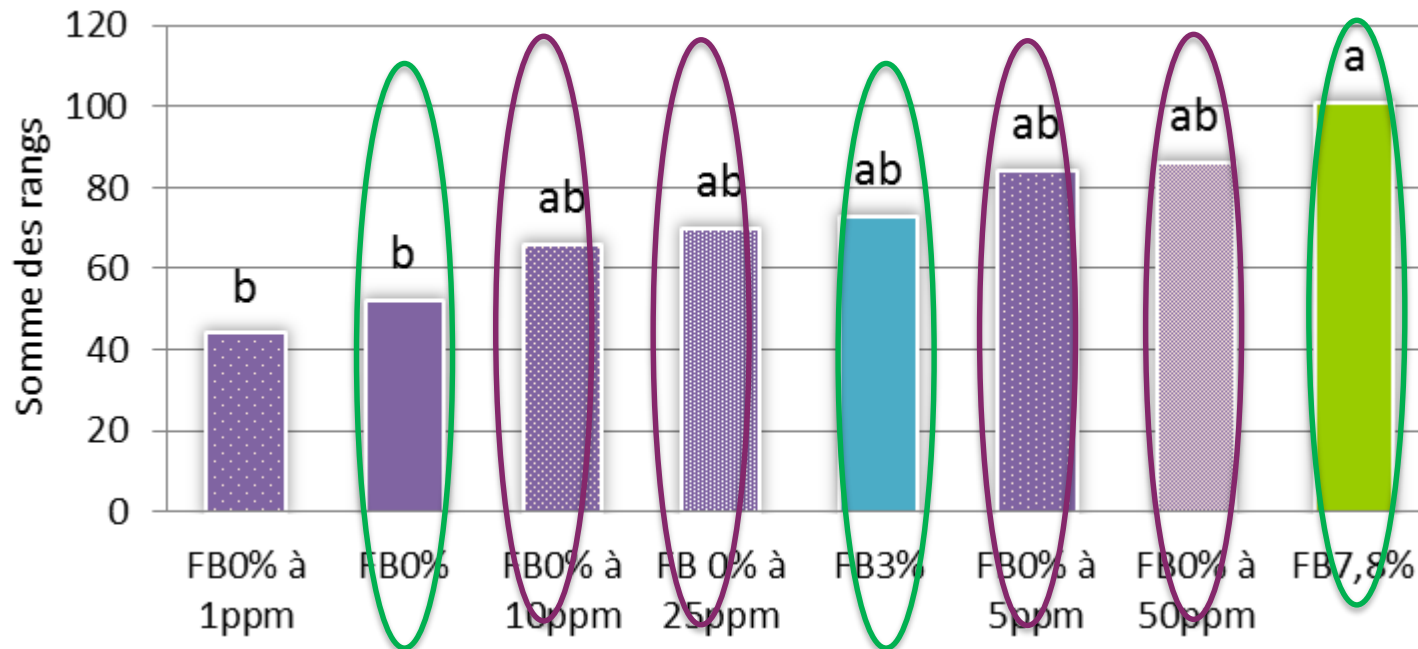
Perception du gras en bouche dans des fromages blancs

2,3-pentanedione (arome beurre, gras) ajouté dans des fromages blancs sans matière grasse à différentes concentrations

+ odorant



Test de classement des fromages blancs à différentes teneurs en matière grasse (0%, 3%, 7,8%) et fromages aromatisés
Du moins gras au plus gras



↗ Non significative de la perception du gras

Essais avec un arôme formulé ont été plus concluants

Augmentation de la perception sucrée par ajout d'odorants

Cas des jus de fruit sans sucre ajouté



Sélection des odorants par association entre odeur perçue et saveur associée

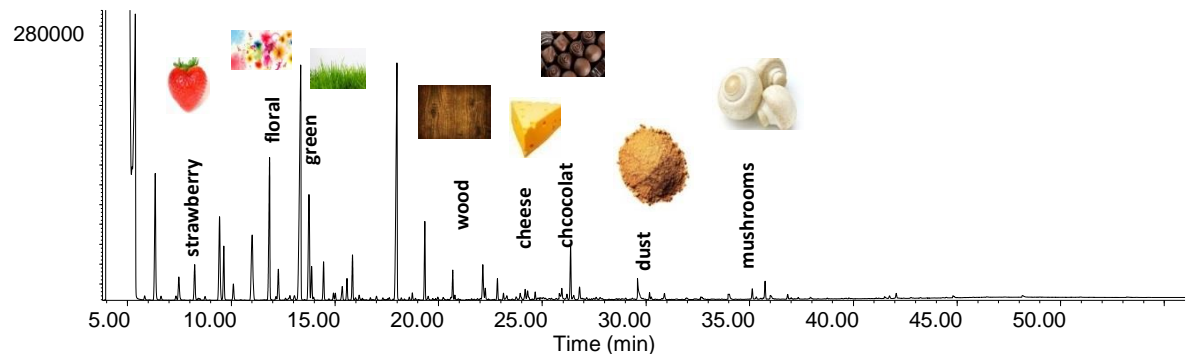
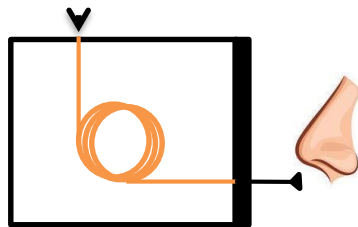
Gas Chromatography Olfactometry Associated Taste (GC/O-AT)

12 sujets

Injection 1: Odeur

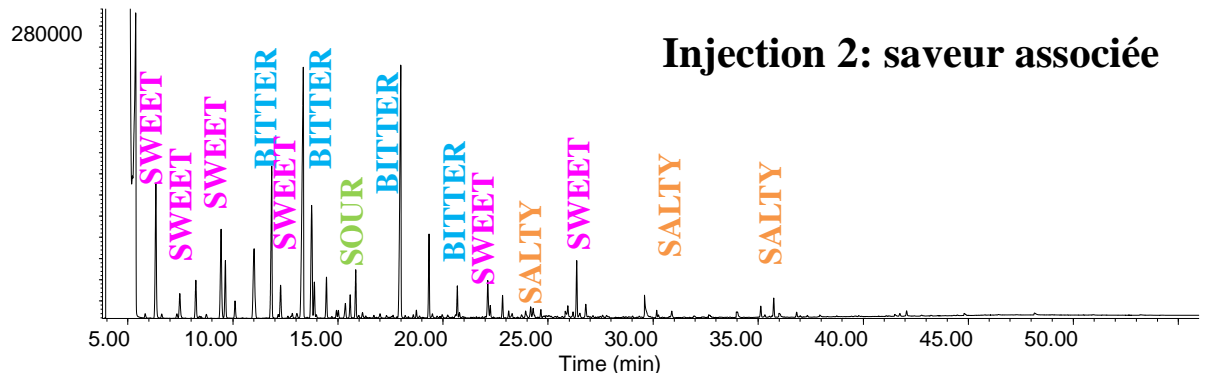
Extrait de jus de fruit

CPG



Réponse obligatoire à chaque odeur perçue

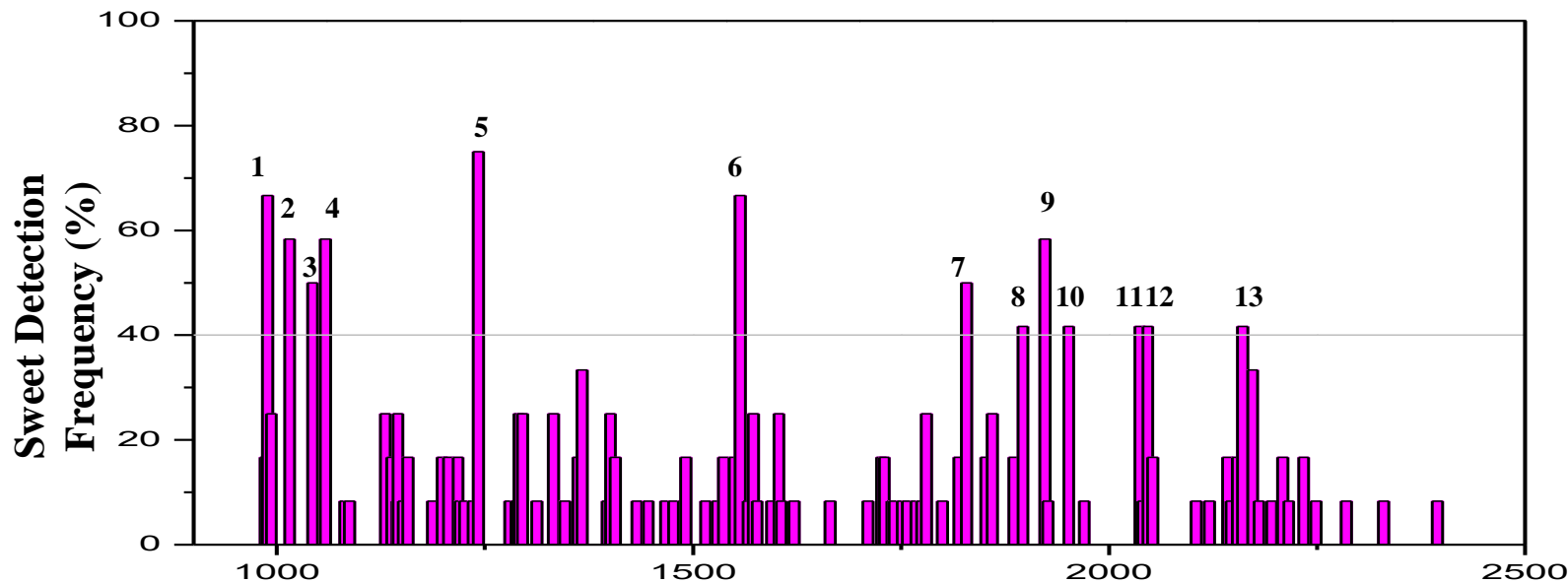
Acide
Amer
Salé
sucré



Barba, Lagrange, Beno, Thomas-Danguin, Guichard. 2nd Mediterranean Euro-Mediterranean Symposium on Fruit and Vegetables Processing Avignon, France 4-6 April 2016

Barba et al., submitted for publication

Zones odorantes associées à la saveur sucrée par GC/O-AT



RI

N°	DF (%)	DF (%)	Odor descriptors	Taste descriptors (DF%)	Chemical name
	Odor	Taste			
1	83	67	fruity, sweet	sweet (67%)	n.d.
2	92	75	floral, fruity	sweet (58%)	methyl-2-methyl-butanoate
3	100	75	cheese, fruity, floral, sweet	sweet (50%)	ethylbutanoate
4	100	75	fruity, sweet	sweet (58%)	ethyl-2-methyl-butanoate
5	67	75	floral, fruity	sweet (75%)	(E)- β -o-cimene
6	92	75	floral, fruity	sweet (67%)	linalool
7	75	50	fruity, sweet	sweet (50%)	β -damascenone
8	75	42	floral, fruity	sweet (42%)	phenylmethanol
9	67	67	floral	sweet (58%)	2-phenylethanol
10	58	92	floral, solvent	sweet (42%)	(E)- β -ionone
11	50	50	candy, fruity	sweet (42%)	n.d.
12	75	42	caramel, sweet	sweet (42%)	furaneol
13	75	58	floral, fruity, sweet	sweet (42%)	γ -decalactone

Validation de l'augmentation de la perception olfactive du sucré avec l'Olfactoscan

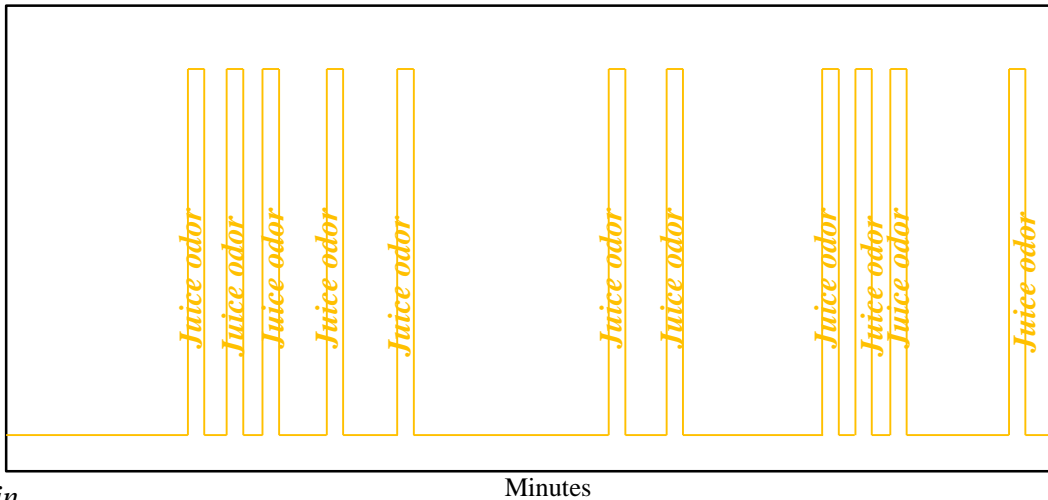
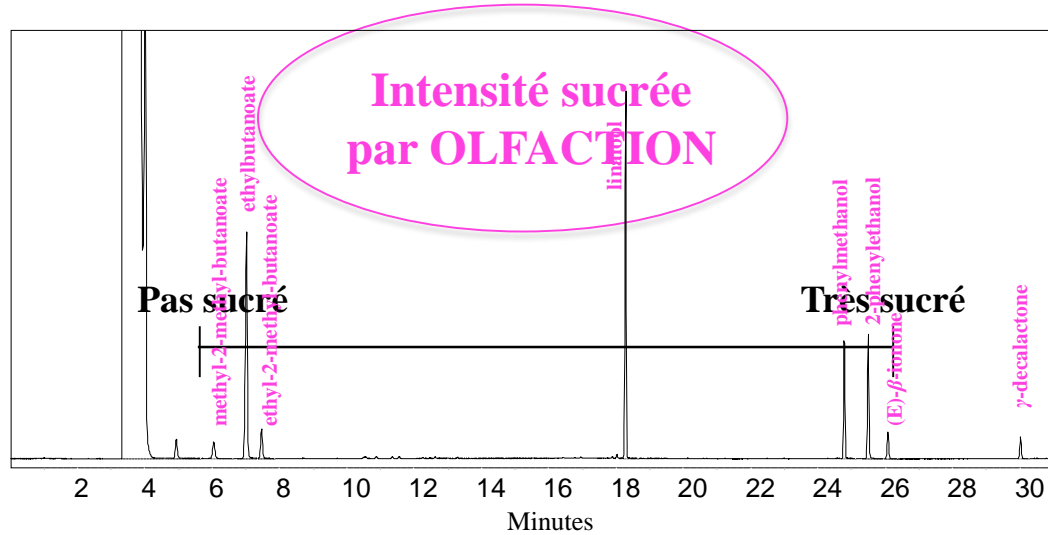
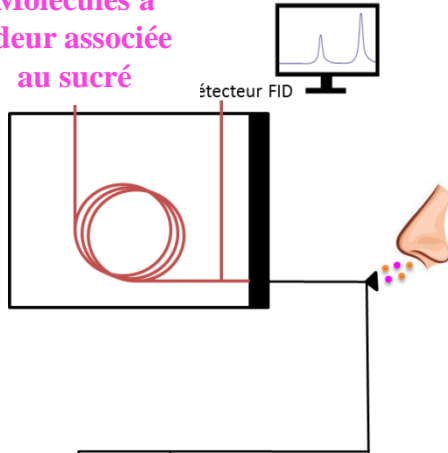
+ Gas chromatography-O

Olfactometer

Dispositif

12 sujets

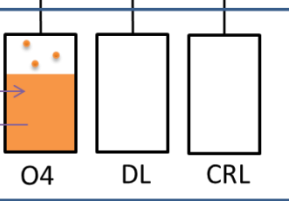
Molécules à odeur associée au sucré



Jus multifruits

Pompe péristaltique 1 ml/min

Poubelle



Bain-thermostaté 20°C

Thomsen, Dosne, Beno, Chabanet, Guichard, Thomas-Danguin, 2017, *Flavour and Fragrance J.* 32: 196-206

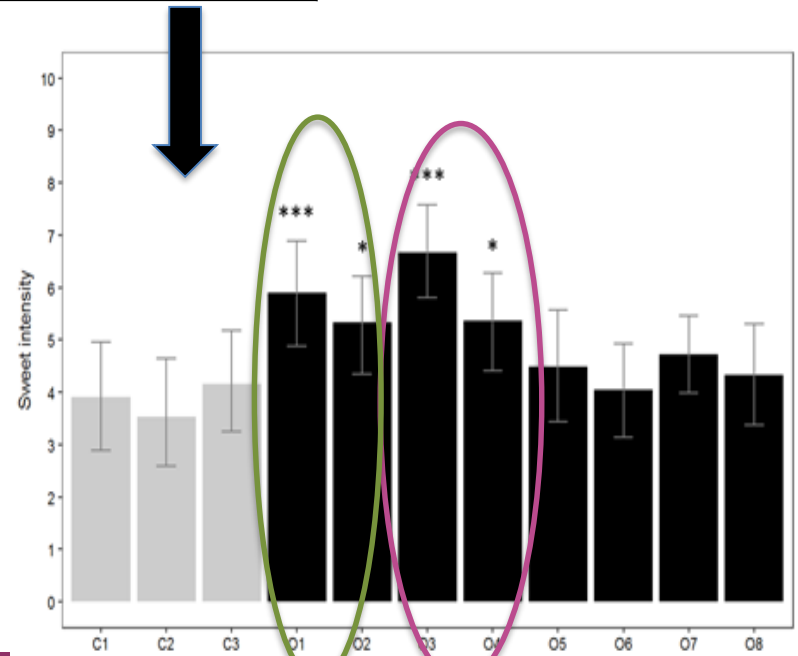
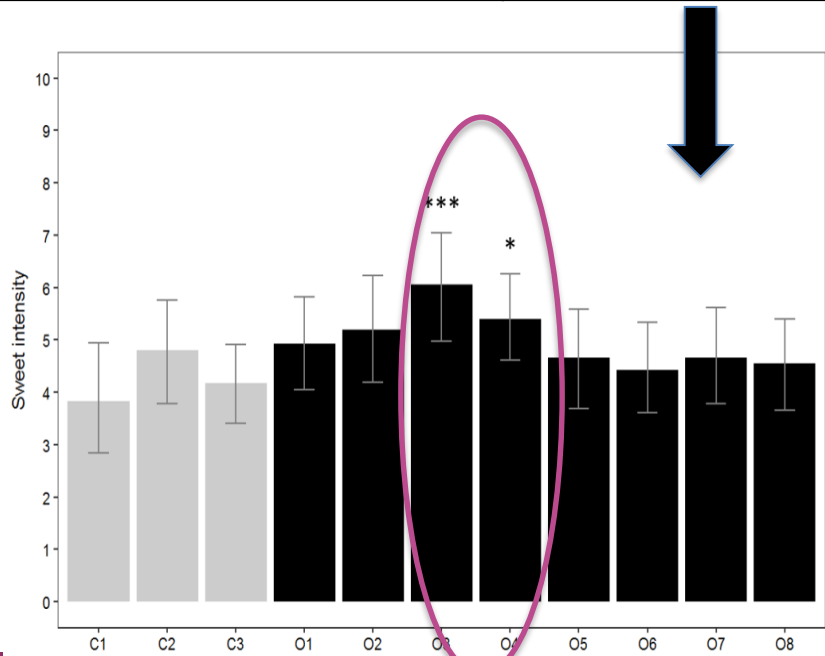


Résultats: 4 odorants augmentent significativement la perception par olfaction

No	Odorant	Low concentration (µg/L)	High concentration (µg/L)
O1	methyl-2-methyl-butanoate	29	85.5
O2	ethylbutanoate	307	919.4
O3	ethyl-2-methyl-butanoate	39	117
O4	linalool	233	697.5
O5	phenylmethanol	59	175.5
O6	2-phenylethanol	85	255
O7	β-ionone	25	75
O8	γ-decalactone	29	85.5

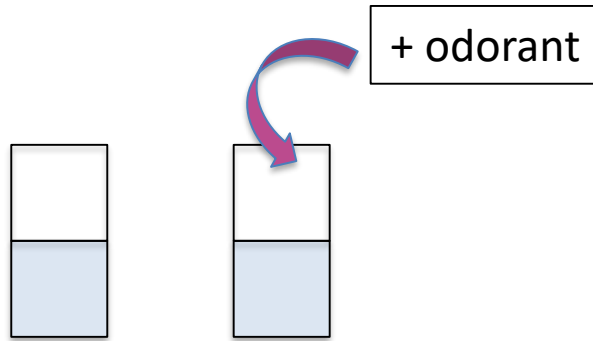
Augmentation significative du sucré à forte concentration

Augmentation significative du sucré à forte et faible concentration

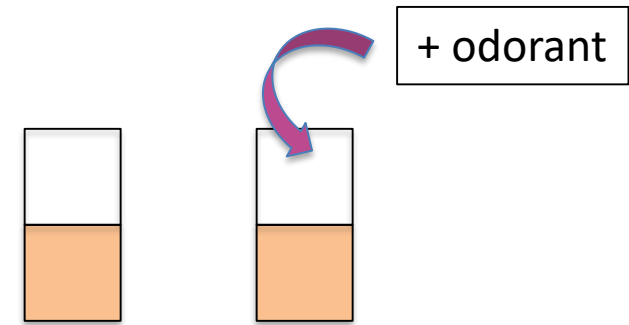


Validation par des tests sensoriels en solution

Solution aqueuse
70g/l saccharose



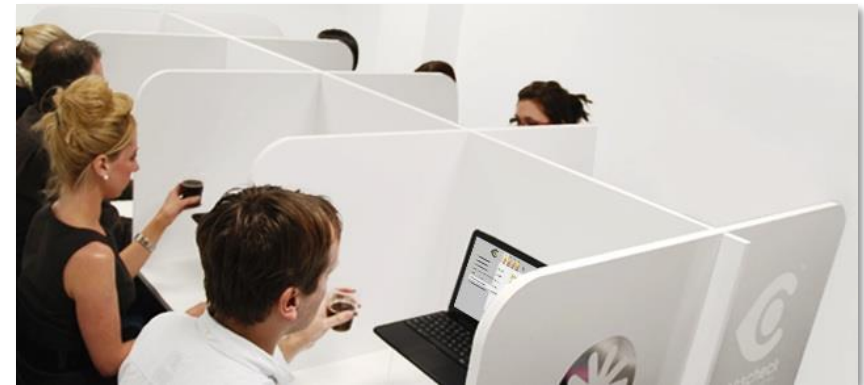
Jus Multifruit
Dilué dans l'eau (68/32, v/v)



2-alternative Forced Choice (2 AFC)

Quel est l'échantillon le plus sucré?

72 sujets



3 odorant augmentent significativement la perception sucrée en bouche

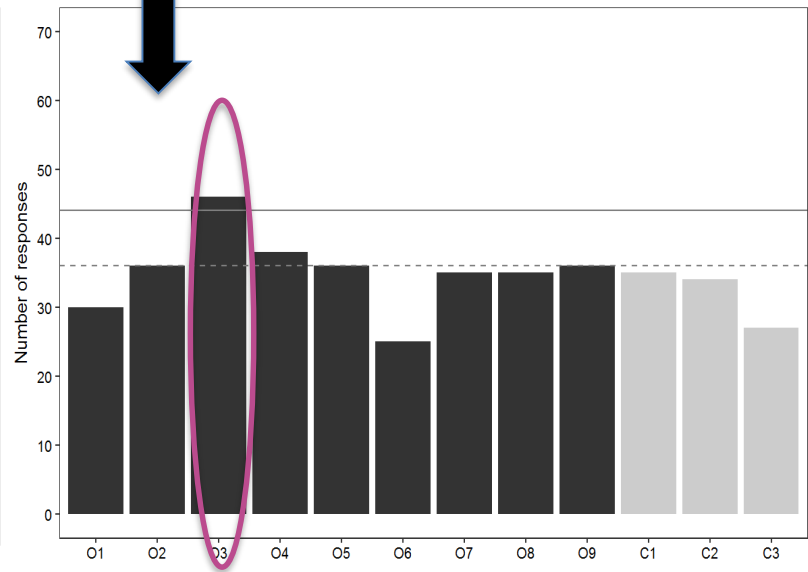
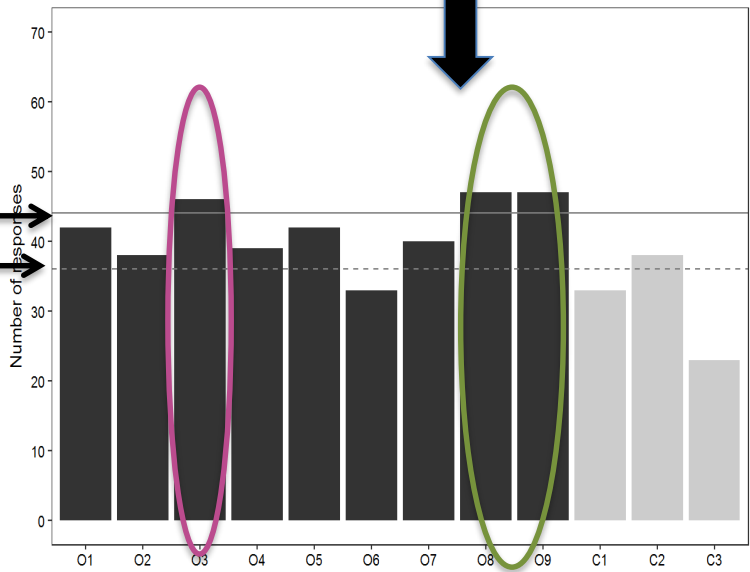
No	Odorant	Concentration (mg/L) in Sucrose/Water (10g/100 mL)	Concentration (mg/L) in Fruit juice/Water (68/30, v/v)
O1	methyl-2-methyl-butanoate	0.1	31.6
O2	ethylbutanoate	1	10
O3	ethyl-2-methyl-butanoate	1	31.6
O4	linalool	0.316	10
O5	phenylmethanol	10	100
O6	2-phenylethanol	1	10
O7	(E+Z)- β -ionone	3.16	3.16
O8	furaneol	10	31.6
O9	γ -decalactone	10	10
C1	4-methyl-5-thiazoleethanol	3.16	3.16
C2	hexanal	10	10
C3	n-butylidenephthalide	3	3

↗ significative dans l'eau et le jus

↗ Significative dans l'eau

Niveau significatif ($p < 0,05$): 44

Choix au hasard: 36



Conclusion

- Les interactions entre modalités sensorielles peuvent être utilisées dans la reformulation d'aliments à teneur réduite en sel/gras/sucre
- Les différents exemples montrent qu'il est possible d'augmenter la perception d'une saveur par l'ajout de molécules odorantes qui n'interagissent pas avec les récepteurs du goût
 - Effet plus important à faible concentration de la molécule sapide
- Choix des odorants ou formules d'arôme important
 - Congruence odeur-saveur
 - Sélectionner des matières premières comportant les odorants congruents

Conclusion

- Approche efficace en complément d'autres approches
 - Prendre en compte l'effet matrice sur la libération des stimuli
 - Réseau protéique
 - Nature de la matière grasse
 - Disponibilité du sel
 - Choix des odorants les moins retenus dans la matrice
- Approche basée sur l'association odeur-saveur dépend du contexte
 - Prendre en compte le contexte culturel et les habitudes alimentaires

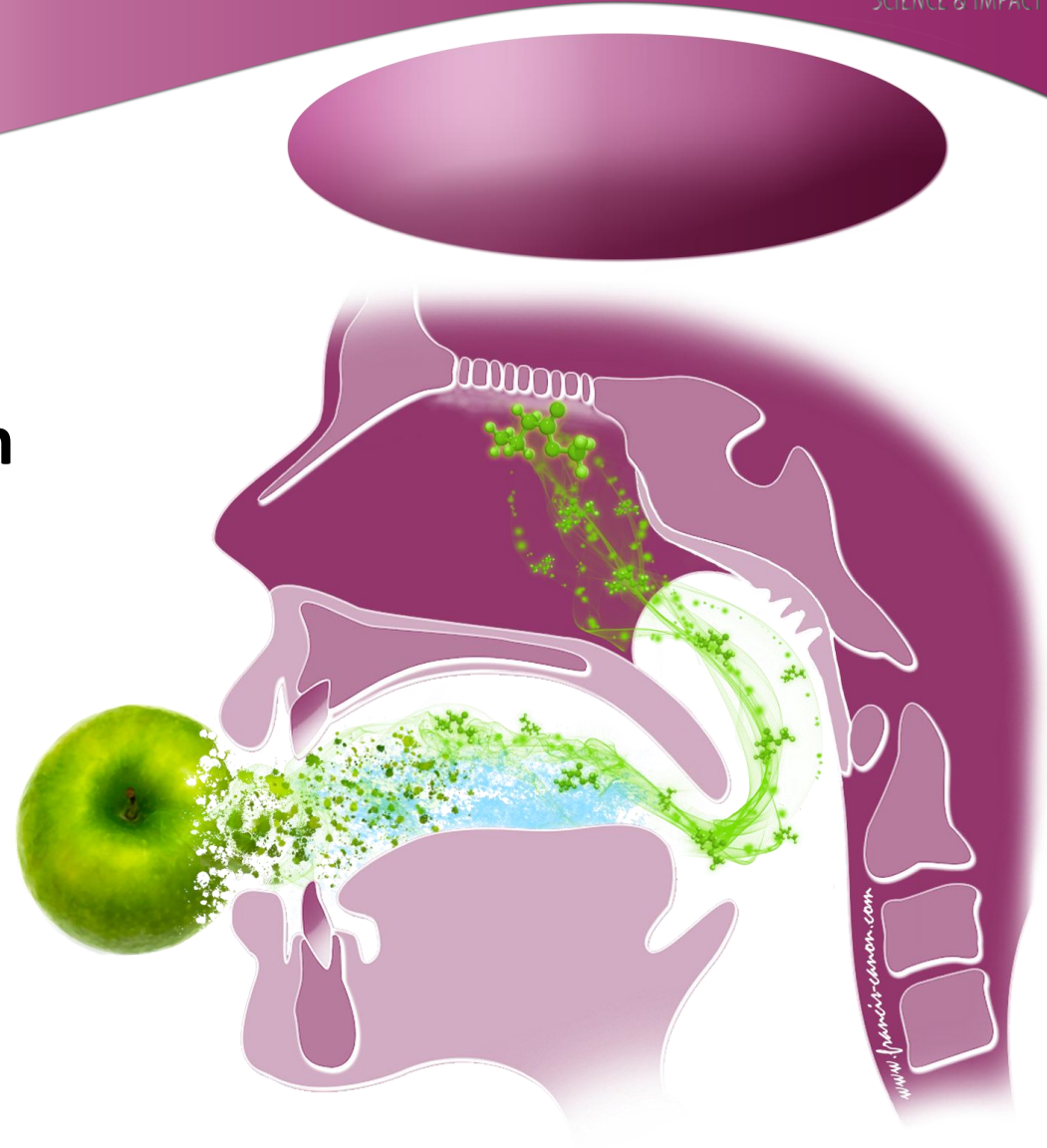


Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation
Team 1 - Molecular interactions, in-mouth breakdown
and flavor perception

INRA, 17 Rue Sully, 21065 DIJON Cedex, France
<http://www2.dijon.inra.fr/csga/>



Merci pour votre attention



Centre des Sciences
du Goût et de
l'Alimentation

18th Journées de Formulation, Nice, 4-5 décembre 2017

