

Prédiction de la perception sensorielle des goûts de l'eau par l'utilisation de mesures physiologiques : la microcirculation cutanée

Gwénaëlle Haese, Philippe Humeau, Fabrice De Oliveira, Patrick Le Callet et Pierre Le Cloirec

Résumé Le goût de l'eau est difficile à expliciter, du fait du milieu lui-même, supposé sans goût. Les méthodes classiques d'analyse sensorielle sont insuffisantes pour décrire la perception. L'utilisation de mesures physiologiques spécifiques permet de qualifier et quantifier le goût de l'eau. Les quatre goûts de base (sucré, salé, acide, amer) ont été utilisés, dilués dans l'eau d'Évian comme référence, à de faibles concentrations. Les résultats des variations de microcirculation cutanée indiquent une forte corrélation entre la durée et l'amplitude de la réponse et l'intensité d'une part, et entre la durée et l'amplitude de la réponse et l'appréciation globale du stimulus d'autre part. Les mesures physiologiques semblent permettre la discrimination significative des différents saveurs, même à des concentrations aux seuils de détection.

Mots-clés Analyse sensorielle, eau, goût, microcirculation cutanée, saveur.

Abstract Prediction of the sensory perception of the taste of water using physiological measurements: skin blood flow responses

The taste of water is difficult to make explicit due to the medium itself which is supposed to have no taste. Classical sensory methodologies are inadequate to describe the perception. The use of physiological measurements enables to qualify and quantify taste of water. The four basic tastes (sweet, salty, acid and bitter) were used, diluted in Évian water as a standard, at low concentrations. Results from skin blood flow variations are presented and indicate a high correlation between the duration and amplitude of the response with the self-reported intensity on one hand, and between the duration and amplitude of the response and the pleasantness of the stimulus on the other hand. Physiological measurements enable the significant discrimination of the different tastes even at detection threshold concentrations.

Keywords Sensory methodologies, water, taste, skin blood flow.

La qualité de l'eau potable telle qu'elle est perçue par le consommateur dépend de sa qualité organoleptique, qui peut être différente de sa qualité physico-chimique, mesurée par des méthodes objectives (spectroscopie, GC/MS/MS ou HPLC/MS/MS). Les mesures sensorielles classiques (perception et appréciation du goût de l'eau) impliquent généralement des panels et ont été développées pour évaluer des réactions sensorielles en réponse à des stimuli olfactifs ou gustatifs. Elles nécessitent d'être adaptées au cas particulier du domaine de l'eau, pour notamment tenter de les corréler aux analyses chimiques. Des méthodes plus objectives ont donc été envisagées, notamment des mesures physiologiques des réponses des systèmes nerveux central et autonome, respectant la règle « le corps ne peut pas mentir ». Un inventaire des méthodes physiologiques pouvant être adaptées à la problématique a été dressé par Haese *et coll.* [1]. L'objectif de ce travail est de corréler des mesures de goût de l'eau obtenues par une double approche menée simultanément : analyse sensorielle d'une part, et mesure simultanée de microcirculation cutanée d'autre part.

Méthodologie

Sujets

Quatre sujets volontaires (âge moyen : 32 ans), en bonne santé (pas de traitement médical et pas de problèmes gustatifs ou olfactifs) et non fumeurs ont été sélectionnés d'après leurs performances dans des tâches de reconnaissance des saveurs, et entraînés pendant plusieurs mois à la détection et à la reconnaissance des quatre saveurs de base, ainsi qu'aux procédures d'analyse sensorielle et physiologiques.

Stimuli gustatifs

Les réactifs utilisés pour obtenir les stimuli gustatifs sont le sucrose pour la saveur sucrée, le chlorure de sodium pour la saveur salée, l'acide citrique pour la saveur acide, et la caféine pour la saveur amère (fournis par Sigma Aldrich, France). Chaque saveur a été présentée à quatre concentrations (voir *tableau*). L'eau d'Évian a été choisie comme référence

Tableau - Concentrations pour chaque saveur (en mmol·L⁻¹).
Le volume de solution présenté aux sujets est standardisé à 10 mL.

Dilution	Acide citrique	Caféine	NaCl	Sucrose
1	1,6	0,72	12	8
2	2,0	0,88	17	13
3	2,5	1,13	24	21
4	3,1	1,39	34	35

pour son goût neutre [2] et a été utilisée dans le cadre de l'étude des réactions physiologiques à des stimuli gustatifs [3-5].

Enregistrement de la microcirculation cutanée

Le système Periflux PF 5010 (Perimed AB, Suède) a été choisi pour cette étude et permet la mesure non invasive de la perfusion sanguine dans les capillaires, artérolles et veinules [6]. Équipé d'une sonde à fibre optique PR407, il est doté d'un faisceau laser d'un diamètre de 1 mm et d'une longueur d'onde de 780 nm, permettant de ne pas avoir d'effet thermique. Ce faisceau de faible énergie est transmis au tissu par la sonde. Une partie de la lumière est réfléchiée sur des structures statiques, une autre partie est réfléchiée sur des cellules sanguines en mouvement. Lorsque la lumière est réfléchiée sur une cellule en mouvement, la longueur d'onde est modifiée (effet Doppler). La lumière réfléchiée « décalée » est collectée par la fibre optique et la valeur de perfusion est ainsi calculée. La mesure s'exprime en unité de perfusion (PU) et s'effectue sur la pulpe de l'index de la main non dominante en raison de sa très forte vascularisation. Dix-huit paramètres ont été extraits à partir du signal enregistré par la sonde (amplitude, durée, pente, etc.).

Procédure

Les séances de dégustation étaient individuelles. Le sujet arrivait 15 minutes avant le début des mesures afin de s'habituer aux conditions environnementales (température constante à 23 °C) et d'être au repos. Les seize solutions à tester et deux échantillons supplémentaires contenant uniquement de l'eau d'Évian comme références ont été présentés suivant un plan d'expérience en bloc incomplet équilibré. Au cours d'une séance, seuls neuf échantillons sur les dix-huit ont été présentés afin d'éviter la fatigue sensorielle. Un échantillon d'Évian est d'abord présenté afin d'éviter l'effet premier [7], exclu de l'analyse. Un signal lumineux a été utilisé pour donner l'ordre de déguster les échantillons.

Quand la perturbation du système nerveux retrouvait son niveau de base, un second signal lumineux indiquait au sujet qu'il pouvait remplir le questionnaire sur le stimulus qu'il venait de tester. La première partie du questionnaire était liée à l'identification de la saveur. Puis l'intensité du goût était notée sur une échelle en onze points (de 0 « peu intense » à 10 « très intense »), ainsi que la dimension hédonique (de 0 « très désagréable » à 10 « très agréable »). Cette procédure a été répétée pour chacun des neuf stimuli. Une séance durait environ 45 minutes, suivie d'un débriefing, afin de vérifier la signification des variations du signal physiologique. L'expérience a été répétée douze fois par sujet, ce qui a permis de totaliser six mesures par sujet et par stimulus.

Résultats

Les réponses physiologiques ont été analysées de manière individuelle, les sujets ayant chacun leur propre « canal préférentiel » [8]. Les résultats du sujet 3 sont présentés dans la suite de cet article ; un exemple d'enregistrement de microcirculation de ce sujet est montré sur la figure.

D'après les résultats de l'analyse de variance (ANOVA), testant l'effet produit sur chacun des paramètres extraits du signal de microcirculation cutané du sujet 3, les variables les plus discriminantes pour les produits sont la largeur du signal, c'est-à-dire la durée de la perturbation ($p < 0,001$), et l'aire du pic ($p < 0,001$). Les stimuli acide 4 (acide citrique dilution 4, cf. *tableau*), NaCl 4 (NaCl dilution 4, cf. *tableau*) et caféine 3 (caféine dilution 3, cf. *tableau*) ont induit des perturbations significativement plus fortes que les autres produits. Les paramètres étant mathématiquement liés, la hauteur du pic, c'est-à-dire son amplitude, est aussi un paramètre discriminant ($p = 0,004$) pour les stimuli acide 4 et caféine 3.

L'analyse des corrélations a confirmé ces résultats. La largeur du signal est significativement corrélée à l'intensité ($r = 0,68$; $p = 0,003$) et à la dimension hédonique du stimulus ($r = -0,63$; $p = 0,007$), ainsi qu'à la hauteur du pic ($r = 0,68$; $p = 0,003$ et $r = -0,68$; $p = 0,003$ pour l'intensité et l'hédonique respectivement) et à l'aire du pic ($r = 0,65$; $p = 0,004$ et $r = -0,65$; $p = 0,005$, respectivement).

Conclusion

Cette étude a mis en évidence une forte corrélation entre les dimensions d'intensité et hédonique d'un stimulus dans l'eau et la durée et l'amplitude des variations de microcirculation cutanée. De si faibles concentrations n'avaient jamais été utilisées pour ce type d'expérimentation ; les études avaient toujours utilisé des stimuli à des niveaux évidents dans l'eau. Néanmoins, les résultats de cette étude montrent

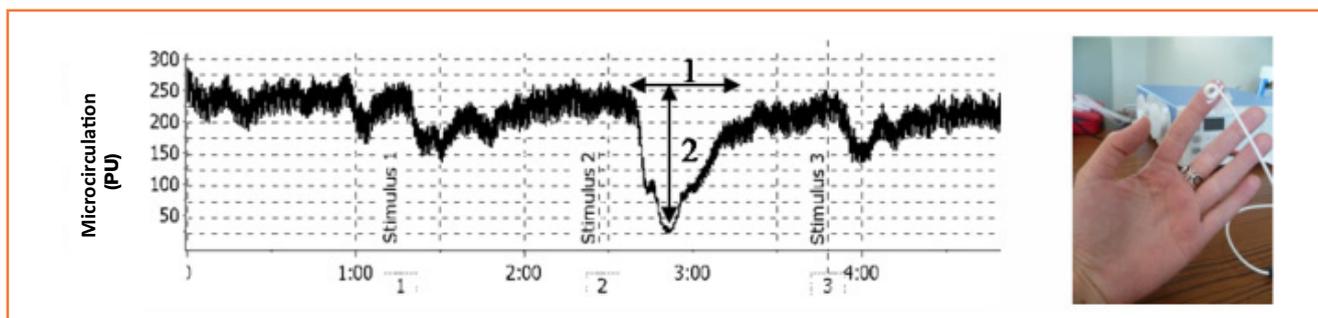


Figure - Signal de microcirculation cutanée du sujet 3 obtenu avec le laser Doppler Perimed AB[®]. Stimulus 1 : Évian ; stimulus 2 : caféine 3 et stimulus 3 : sucrose 2 ; 1 : durée de la perturbation ; 2 : amplitude.

une sensibilité très haute de ces mesures physiologiques, même avec des stimuli proches des seuils de détection. Ce travail propose aussi une manière innovante d'analyser et de corréliser ce type de données physiologiques et sensorielles, grâce à l'utilisation d'analyses factorielles et univariées. *In fine*, cette méthodologie permettra l'évaluation de la qualité organoleptique de l'eau en fonction de ses caractéristiques physico-chimiques, même à des niveaux aux seuils de détection, en évitant les problèmes des méthodes classiques : entraînement de panels experts et subjectivité liée à la seule verbalisation des perceptions.

Références

- [1] Haese G., Humeau P., De Oliveira F., Le Callet P., Le Cloirec P., Tastes and odors of water - quantifying objective analyses: a review, *Crit. Rev. Env. Sci. Technol.*, **2014**, *44*, p. 2455.
- [2] Teillet E., Schlich P., Urbano C., Cordelle S., Guichard E., Sensory methodologies and the taste of water, *Food Quality and Preference*, **2010**, *21*, p. 967.
- [3] Leterme A., Brun L., Dittmar A., Robin O., Autonomic nervous system responses to sweet taste: evidence for habituation rather than pleasure, *Physiology & Behavior*, **2008**, *93*, p. 994.
- [4] Robin O., Rousmans S., Dittmar A., Vernet-Maury E., Gender influence on emotional responses to primary tastes, *Physiology & Behavior*, **2003**, *78*, p. 385.
- [5] Rousmans S., Robin O., Dittmar A., Vernet-Maury E., Autonomic nervous system responses associated with primary tastes, *Chemical Senses*, **2000**, *25*, p. 709.
- [6] Humeau A., Steenbergen W., Nilsson H., Strömberg T., Laser Doppler perfusion monitoring and imaging: novel approaches, *Med. Bio Eng. Comput.*, **2007**, *45*, p. 421.
- [7] Lawless H.T., Heymann H., *Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices*, Springer, **2010**.
- [8] Lacey J.I., Bateman D.E., VanLehn R., Autonomic response specificity: an experimental study, *Psychosomatic Medicine*, **1953**, *15*, p. 8.



G. Haese

Gwénaëlle Haese est ingénieure doctorante, **Philippe Humeau**, responsable thématique « Eau », et **Fabrice De Oliveira**, ingénieur d'études et de recherche, au CSTB, Aquasim (plateforme de recherche et essai pour la gestion durable de l'eau)¹.

Patrick Le Callet est professeur à Polytech'Nantes².

Pierre Le Cloirec est professeur et directeur de l'École Nationale Supérieure de Chimie de Rennes³.

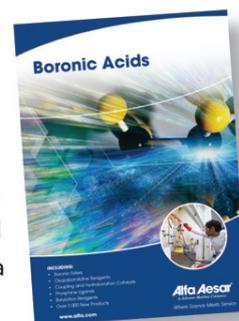
- 1 CSTB, Aquasim, 11 rue Henri-Picherit, BP 82341, F-44323 Nantes Cedex 3.
Courriel : gwenaelle.haese@cstb.fr
- 2 IRCCyN lab. Polytech'Nantes, rue Christian Pauc La Chantrerie, BP 50609, F-44306 Nantes Cedex 3.
- 3 École Nationale Supérieure de Chimie de Rennes, UMR 6226 CNRS, 11 allée de Beaulieu, CS 50807, F-35708 Rennes Cedex 07.



Mise à jour du catalogue Acides boroniques

Alfa Aesar, a Johnson Matthey Company, publie un nouveau catalogue et support technique de 188 pages qui expose les propriétés chimiques des acides boroniques et composés apparentés et met en évidence leurs principales utilisations en synthèse.

Les composés organo-borés jouent un rôle essentiel dans la chimie moderne. Les acides boroniques en ont émergé pour occuper une position de premier plan. Impliqués dans la découverte d'une profusion de nouvelles réactions chimiques, en particulier la réaction de couplage de Suzuki-Miyaura, et forts de leur accessibilité et leur facilité de manipulation, les acides boroniques et les boronates sont aujourd'hui reconnus comme des intermédiaires d'une valeur et d'un potentiel d'utilisation considérables. Les applications abondent dans les domaines de la synthèse, de la catalyse, de la chimie analytique et des systèmes biologiques.



Demandez votre catalogue www.alfa.com

www.alfa.com

Alfa Aesar[®]
A Johnson Matthey Company