

L'analyse sensorielle auprès de consommateurs par Commentaire Libre : analyses, performances et extensions

Objectifs de la thèse

Ma thèse ambitionne de revisiter l'analyse sensorielle avec des consommateurs à l'aune du Commentaire Libre (CL) qui consiste à laisser le consommateur libre de décrire un produit avec son propre vocabulaire. Le CL présente de nombreux avantages, dont les deux principaux sont la suppression des biais liés à l'utilisation d'une liste prédéfinie de descripteurs et la facilité de mise en œuvre. Pourtant, le CL en analyse sensorielle n'est généralement que la question subsidiaire d'un long questionnaire, n'apportant de fait que peu d'informations. Le prétraitement des données de CL ainsi que leurs analyses statistiques sont le plus souvent réduits à du comptage d'occurrences de termes parfois présenté sous la forme d'un nuage de mots. De plus, les performances du CL comme méthode d'analyse sensorielle ne sont que très peu documentées et ses applications très limitées. L'objectif de ma thèse est triple : optimiser l'analyse des données de CL pour en retirer le maximum d'information sur les produits, étudier les performances du CL relativement au Check-All-That-Apply (CATA) et décliner le CL à des problématiques plus larges que la simple caractérisation sensorielle statique des produits.

Quels prétraitements appliquer aux données de CL pour optimiser les analyses statistiques ?

Une procédure de prétraitement semi-automatique a été proposée et mise en place. Elle repose sur la suite d'opérations suivante :

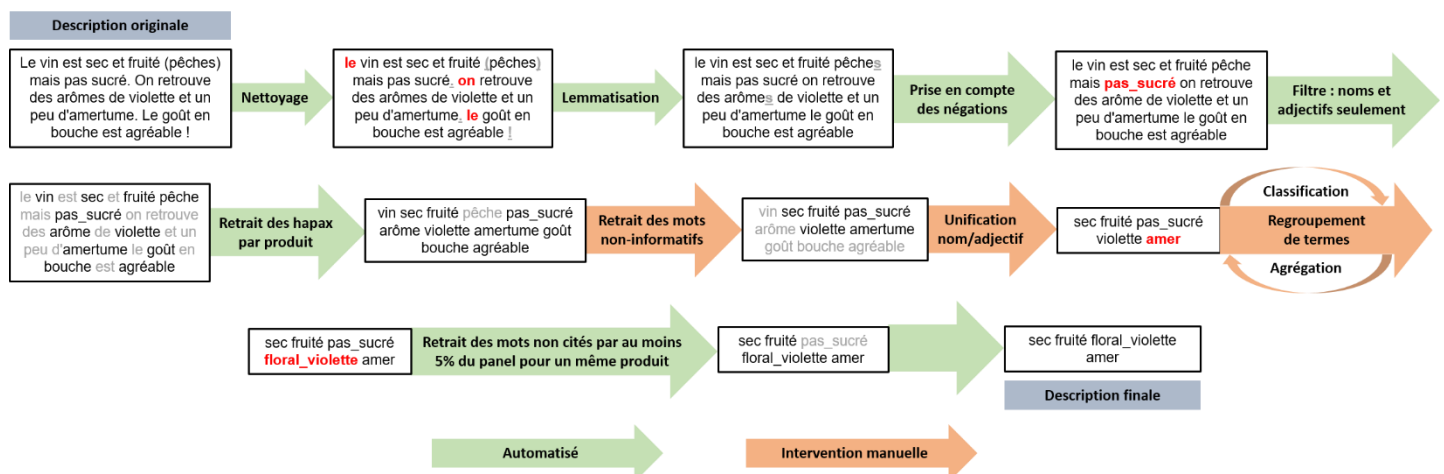


Figure 1 : Procédure de prétraitement des données de CL

Cette procédure est dite « semi-automatique » car elle couple des étapes automatisées et des étapes avec intervention manuelle. D'un point de vue pratique, cette procédure est réalisée dans son intégralité à l'aide du logiciel R et utilise le lexique du logiciel Iramuteq pour la lemmatisation et la classification grammaticale des mots. L'étape « regroupement de termes » est réalisée par un couplage entre la classification des mots sur la base de leur profil d'utilisation et l'agrégation des termes ayant un sens similaire au sein de chaque classe. L'objectif de l'étape de classification est double : faciliter la tâche pour l'utilisateur et limiter au maximum les regroupements de termes subjectifs. Cette procédure de prétraitement est décrite plus en détails dans Mahieu et al. (2020d). Une fois le prétraitement réalisé, les données se présentent sous la même forme que les données de CATA, c'est-à-dire un tableau présence/absence des termes pour chaque couple produit x sujet.

Quelles analyses statistiques utiliser pour retirer un maximum d'information à partir des données de CL ?

Des améliorations des analyses statistiques utilisées en recherche sur les données de CL (test du Chi² global, analyse des correspondances et tests du Chi² par cellule) ont été proposées. Un test permettant de déterminer le nombre d'axes de l'analyse des correspondances capturant une dépendance

significative a été développé. Il est proposé ensuite de construire des ellipses de confiance des produits dans l'espace sensoriel significatif, ce qui constitue une approche innovante. De plus, un test multidimensionnel de comparaison de deux produits dans l'espace sensoriel significatif a été développé (Mahieu et al., 2020d). Enfin, un test de significativité des associations entre chaque produit et chaque descripteur, basé sur les seules dimensions significatives, a également été développé. Ces approches originales permettent d'étudier les correspondances entre produits et descripteurs dans un espace « nettoyé » des variations aléatoires et s'applique aussi bien à des données issues de CL que de CATA. Ces nouveaux outils d'analyse sont détaillés dans Mahieu et al. (2020b).

Cependant, le test du χ^2 d'indépendance et l'analyse des correspondances qui en découle ne sont pas parfaitement adaptés aux données de CATA ou de CL. En effet, dans ce cadre l'unité expérimentale est la citation d'un descripteur par un consommateur pour un produit, or celles-ci ne sont pas indépendantes puisqu'elles proviennent d'une même évaluation. Cela peut conduire à des erreurs d'interprétation lorsque les taux de citations diffèrent fortement entre les produits. Le cadre du « χ^2 à réponses multiples » a donc été proposé pour pallier ce problème. Il considère que l'unité expérimentale n'est pas la citation d'un descripteur, mais l'évaluation d'un produit par un consommateur, ce qui conduit à des estimations valides sous indépendance. Les nouveaux outils proposés au paragraphe précédent ont été généralisés au cadre des réponses multiples (Mahieu et al., 2020a). Ils s'appliquent donc tout autant aux données de CL que de CATA. Ci-dessous, un exemple de sorties des analyses proposées (package R « MultiResponseR ») :

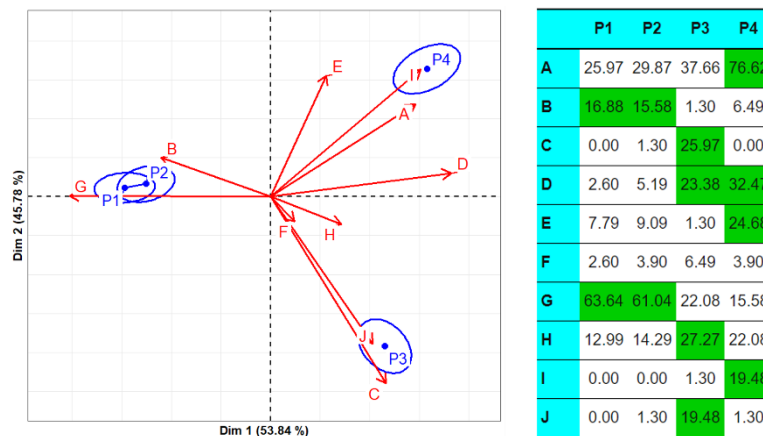


Figure 2 : Exemple de sorties des analyses proposées

La figure 2 montre le biplot des deux premières dimensions de l'analyse des correspondances à réponses multiples, dans lequel chaque produit est entouré de son ellipse de confiance au seuil 95% ; le trait reliant P1 et P2 signifie que ces deux produits ne sont pas différents sur la base du test mentionné ci-dessus ; la table représente le pourcentage de citation de chacun des descripteurs pour chacun des produits et les cellules vertes représentent les associations significatives entre produits et descripteurs.

Le CL permet-il de discriminer et caractériser les produits aussi bien que le CATA ?

Le CL et le CATA ont été comparés selon le protocole expérimental suivant : deux groupes de consommateurs ont évalué quatre vins rouges selon un protocole de CL ou de CATA. Les données de CL et de CATA ont été analysées avec les mêmes analyses statistiques et les résultats de ces analyses ont été comparés. Les résultats ont montré que le CL discriminait mieux les produits et en produisait une description plus riche, plus fine et plus précise que celle issue du CATA (Mahieu et al., 2020d).

Le CL produit-il des résultats aussi stables que le CATA ?

Sur la base des mêmes données de vins rouges et d'une autre étude portant sur des chocolats au lait et comportant également un groupe CL et un groupe CATA, la stabilité des résultats du CL s'est avérée être légèrement meilleure que celle du CATA aussi bien pour la configuration des produits que pour la significativité des associations entre produit et descripteur (Mahieu et al., 2021). Dans ce travail, l'étude de la stabilité de l'interprétation sensorielle, et pas seulement celle de la configuration des produits, constitue une innovation méthodologique.

Comment bénéficier des avantages du CL dans le cadre de l'analyse sensorielle temporelle ?

Pour étendre le CL à l'analyse sensorielle temporelle, une procédure par étape a été mise en place. Dans un premier temps, la méthode Attaque-Evolution-Finale (AEF) a été développée (Visalli et al., 2020b). L'AEF demande aux consommateurs de sélectionner rétrospectivement, parmi une liste prédéfinie de descripteurs, la sensation qu'ils ont perçue au début (Attaque), au milieu (Evolution) et à la fin (Finale) de la prise du produit. L'AEF a été comparé à la Dominance Temporelle des Sensations (DTS) au cours d'une expérimentation portant sur des chocolats noirs. Les résultats ont montré que l'AEF a permis une discrimination et une caractérisation des produits très similaires à celles de la DTS (Visalli et al., 2020b). Dans un second temps, l'AEF a été étendu au Commentaire Libre (AEF-CL). En AEF-CL, les consommateurs rapportent leurs perceptions par CL pour chacune des trois périodes de l'AEF. L'AEF-CL a été testé au cours d'une expérimentation portant sur les mêmes chocolats noirs et a permis de mettre en évidence la même discrimination et caractérisation que l'AEF et la DTS. De plus, l'AEF-CL a apporté une description plus riche des produits (Mahieu et al., 2020e). Deux visions originales des données (par produit ou par période) ont été introduites à l'occasion de l'analyse des données d'AEF-CL.

Comment utiliser la caractérisation sensorielle obtenue par CL pour comprendre l'appréciation hédonique des produits ?

Pour lier la caractérisation sensorielle obtenue par CL à l'appréciation hédonique des produits, le Commentaire-Libre-Ideal (CLI) a été développé. Trois types de données sont recueillis en CLI : la description par CL des produits, les notes de liking des produits et la description par CL d'un produit virtuel dit « idéal ». La description du produit idéal se fait une fois tous les produits réels évalués. Le CLI permet d'accéder à quatre informations : les drivers de liking implicites par régression linéaire des notes de liking sur les descripteurs issus du CL, les caractéristiques du produit idéal dans l'absolu, celles significativement plus présentes pour l'idéal que pour les produits évalués et la position du produit idéal dans l'espace sensoriel décrit par les produits évalués. Le CLI a été testé lors d'une expérimentation sur des jambons évalués à domicile par 483 consommateurs. Les résultats ont montré que les données de CL permettent d'identifier des déterminants implicites et pertinents de la préférence des consommateurs. De plus, la caractérisation du produit idéal par CL fut en adéquation avec ces déterminants (Mahieu et al., 2020c).

Conclusions et perspectives

Une procédure de prétraitement semi-automatique des données de CL a été proposée. Cette procédure permet de standardiser et simplifier au maximum cette étape incontournable de prétraitement des données. La prise en compte de la dimensionnalité de la dépendance ainsi que le cadre du Chi² à réponses multiples pour analyser les données de CL ont été proposés et sont également applicables aux données de CATA. Ces nouvelles analyses permettent de retirer un maximum d'information des données de CL ou de CATA en évitant les potentielles erreurs d'interprétation du cadre du Chi² utilisé classiquement avec ce type de données. Ces nouvelles analyses sont implémentées dans un package R « MultiResponseR » disponible dès à présent sur GitHub, permettant à la communauté d'y accéder facilement et gratuitement.

Le CL a été comparé au CATA selon deux critères de performances : capacité à discriminer et caractériser les produits et capacité à produire des résultats stables. Sur ces deux critères, le CL s'est révélé au moins aussi performant que le CATA, si ce n'est davantage en produisant une caractérisation plus riche avec une stabilité légèrement supérieure. Ces résultats montrent que le CL est une méthode prometteuse car ses avantages théoriques et pratiques n'impliquent aucune perte de performances sur la base des études de cette thèse. Ces résultats restent néanmoins à être confirmés à plus grande échelle.

Deux extensions du Commentaire Libre ont été proposées. La première, l'AEF-CL permet d'étendre le CL à l'analyse sensorielle temporelle. L'AEF-CL permet de capturer la cinétique temporelle des produits sans restreindre la perception des consommateurs à une liste de descripteurs prédéfinie. L'AEF-CL semble être une méthode prometteuse permettant de discriminer et caractériser les produits au sein d'une période donnée, ou bien les périodes au sein d'un produit donné. Ces résultats nécessitent d'être confirmés sur d'autres types de produits. La seconde extension, le CLI, permet de lier les données sensorielles aux données hédoniques sans les biais que peuvent induire une liste prédéfinie de descripteurs et en maximisant les chances de ne pas louper une information clé.

Valorisation des travaux de thèse

Publications :

Mahieu, B., Schlich, P., Visalli, M., & Cardot, H. (2020a). A multiple-response chi-square framework for the analysis of Free-Comment and Check-All-That-Apply data. *Manuscript submitted for publication*.

Mahieu, B., Visalli, M., & Schlich, P. (2020b). Accounting for the dimensionality of the dependence in analyses of contingency tables obtained with Check-All-That-Apply and Free-Comment. *Food Quality and Preference*, 83.

Mahieu, B., Visalli, M., & Schlich, P. (2020c). Using Free-Comment to identify implicit drivers of liking and explicitly characterize the ideal product: a case study on the French ham market. *Manuscript submitted for publication*.

Mahieu, B., Visalli, M., Thomas, A., & Schlich, P. (2020d). Free-comment outperformed check-all-that-apply in the sensory characterisation of wines with consumers at home. *Food Quality and Preference*, 84.

Mahieu, B., Visalli, M., Thomas, A., & Schlich, P. (2020e). Using Free-Comment with consumers to obtain temporal sensory descriptions of products. *Food Quality and Preference*, 86.

Mahieu, B., Visalli, M., Thomas, A., & Schlich, P. (2021). An investigation of the stability of Free-Comment and Check-All-That-Apply in two consumer studies on red wines and milk chocolates. *Food Quality and Preference*, 90.

Visalli, M., Mahieu, B., Thomas, A., & Schlich, P. (2020a). Automated sentiment analysis of Free-Comment: An indirect liking measurement? *Food Quality and Preference*, 82.

Visalli, M., Mahieu, B., Thomas, A., & Schlich, P. (2020b). Concurrent vs. retrospective temporal data collection: Attack-evolution-finish as a simplification of Temporal Dominance of Sensations? *Food Quality and Preference*, 85.

Communications orales internationales :

Mahieu, B., Visalli, M., & Schlich, P. (2020). Accounting for the dimensionality of the dependence in analyses of contingency tables obtained with Check-All-That-Apply and Free-Comment. In, *Sensometrics 2020*.

Tutoriels et ateliers :

Mahieu, B. (2020). Sensory characterization of home-perfumes using Free-Comment as response to open-ended questions. In, *Sensometrics 2020 workshop: Applying Text Mining Methods for Sensory Evaluation Research*.

Mahieu, B., & Schlich, P. (2020). Free-Comment data & analysis. In, *Sensometrics tutorials at EuroSense 2020*.

Communications affichées internationales :

Mahieu, B., Visalli, M., Thomas, A., & Schlich, P. (2019). Free comment using speech recognition: an alternative to Check-All-That-Apply for sensory characterization of red wines at home. In, *13th Pangborn Sensory Science Symposium*. Edinburgh, Scotland.

Mahieu, B., Visalli, M., Thomas, A., & Schlich, P. (2020). Free-Comment methodology in consumer research: statistical analyses through the MR-Chi² framework, stability as compared to CATA and extension to temporal description and ideal profiling. In, *EuroSense 2020: A Sense of Innovation*.

Logiciels :

Benjamin Mahieu (2021). MultiResponseR: Analysis of multiple-response contingency data. R package version 1.0.0.