



**HAL**  
open science

## L'analyse sensorielle : un outil de mesure de la qualité du cacao de l'océan Indien

Alexandre Chen-Yen-Su, Sophie Assemat, Fabrice Davrieux, Frédéric Descroix, Jean-Christophe Meile, Thomas Petit, Alain Shum Cheong Sing

### ► To cite this version:

Alexandre Chen-Yen-Su, Sophie Assemat, Fabrice Davrieux, Frédéric Descroix, Jean-Christophe Meile, et al.. L'analyse sensorielle : un outil de mesure de la qualité du cacao de l'océan Indien. *Travaux & documents*, 2016, *Actualités de la recherche en Sciences de l'Éducation dans l'océan Indien*, 50, pp.48-56. hal-02267902

**HAL Id: hal-02267902**

**<https://hal.univ-reunion.fr/hal-02267902>**

Submitted on 20 Aug 2019

**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.

# L'analyse sensorielle : un outil de mesure de la qualité du cacao de l'océan Indien

---

ALEXANDRE CHEN-YEN-SU <sup>A</sup>, SOPHIE ASSEMAT <sup>B</sup>, FABRICE DAVRIEUX <sup>B</sup>,  
FRÉDÉRIC DESCROIX <sup>B</sup>, JEAN-CHRISTOPHE MEILE <sup>B</sup>, THOMAS PETIT <sup>B</sup>,  
ALAIN SHUM-CHEONG-SING <sup>A1</sup>

## RÉSUMÉ

L'analyse sensorielle est « l'examen des propriétés organoleptiques d'un produit par les organes des sens ». Actuellement, aucun instrument de mesure ne peut prédire la perception en bouche ; l'homme reste donc un « outil » indispensable pour évaluer les qualités sensorielles d'un produit. Dans le cadre de la caractérisation des cacaos de l'océan Indien, l'identification des marqueurs de qualité de ces cacaos a nécessité une approche conjointe par l'usage de diverses techniques de biologie (microbiologie, biologie moléculaire), de chimie (spectroscopie proche infrarouge, chromatographie en phase gazeuse, spectrométrie de masse) et de métrologie sensorielle. Cette recherche montre la démarche qui a été adoptée pour l'évaluation sensorielle des fèves de cacao (constitution du jury de dégustateurs, sélection des descripteurs, évaluation des différents échantillons). Cette étude a montré que la métrologie sensorielle permet une différenciation non seulement de la variété de cacao mais aussi de mesurer l'impact du traitement post-récolte des fèves en particulier celui de la fermentation, du séchage et de la torréfaction.

## INTRODUCTION

Nous avons tous en tête l'image des Saint-Bernard qui par leur odorat puissant et éduqué sauvent des vies humaines. L'homme pourvu de ses cinq sens que sont le goût, l'odorat, le toucher, la vue, l'ouïe, sait apprécier un produit notamment alimentaire. Selon Deplet et Sauvageot<sup>2</sup> (2000), l'homme est décrit comme un « animal social ». En effet, l'homme a la faculté non seulement de choisir ses produits selon ses convenances personnelles (mode de vie, santé, convictions religieuses...), de hiérarchiser ses préférences mais aussi d'échanger sur ses choix avec des mots. À l'image des chiens renifleurs, les capacités multiples de l'être humain permettent d'imaginer un outil destiné à mesurer et à dé-

---

<sup>1</sup> <sup>A</sup> Laboratoire de Chimie des Substances Naturelles et des Sciences des Aliments, LCSNSA, <sup>B</sup> CIRAD-UMR Qualisud. alexandre.chen-yen-su@univ-reunion.fr ; fabrice.davrieux@cirad.fr ; secretaire@cacao.re ; jean-christophe.meile@cirad.fr ; thomas.petit@univ-reunion.fr ; alain.shum@univ-reunion.fr.

<sup>2</sup> F. Deplet, F. Sauvageot, *Évaluation sensorielle des produits alimentaires*, Techniques de l'Ingénieur, F4000-1-F4000-24, F. Deplet, F. Sauvageot, 2002.

crire les qualités organoleptiques des aliments. Cependant, quelles sont les procédures à appliquer pour rendre les réponses sensorielles objectives ? En effet, de Platon à Bergson en passant par Diderot, une sensation ne peut être réelle et la réalité de la mesure d'une sensation est sujette à questionnement. Les performances obtenues sont-elles identiques ou complémentaires des instruments d'analyse existants à l'ère des innovations technologiques ?

L'étude présentée ici concerne les fèves de cacao de Madagascar issues de la vallée du Sambirano, près d'Ambanja dans le Nord-Ouest de l'île. Le cacao malgache est labellisé dans la catégorie des cacaos fins ; les cacaos fins représentant seulement 5% de la production mondiale. La mise en place d'un outil adapté à la caractérisation sensorielle, notamment les étapes-clefs (la constitution du jury de dégustateurs, la sélection des descripteurs, l'évaluation des différents échantillons) ainsi que les apports des réponses obtenues pour la quantification et l'identification des molécules sapides par la méthode de spectroscopie proche infrarouge sont décrites.

## **MATÉRIEL ET MÉTHODES**

### **Matériel végétal et préparation des liqueurs**

Les fèves de cacao sont issues des collectes réalisées en octobre-novembre 2015 par la société AKESSON'S ORGANIC. Ces fèves proviennent de la zone du Sambirano (Nord-Ouest de Madagascar). Le traitement post-récolte (fermentation, séchage et stockage) a lieu immédiatement après récolte. Les liqueurs de cacao sont réalisées après torréfaction des fèves dans une étuve à 125°C pendant 25 minutes. Les liqueurs de cacao sont obtenues à partir de plusieurs types de fèves (variétés et temps de fermentation différents).

### **Évaluation sensorielle**

Il y a eu tout d'abord la constitution du panel. Les volontaires ont été informés des quelques conditions requises pour participer à cette étude : état de santé, disponibilité, motivation, intérêt, honnêteté. Le groupe est formé de 7 femmes et 5 hommes. La tranche d'âge des sujets s'étend de 27 à 62 ans. Ce sont soit des agents permanents du CIRAD ou soit des membres extérieurs. Avant d'aborder la phase d'expérimentation, le jury a été entraîné à évaluer diverses caractéristiques (odeur, goût). Il s'est familiarisé avec les outils (questionnaires, échelles de notation) qui allaient être utilisés dans la suite de l'étude. Les membres du panel peuvent être considérés comme des personnes initiées. Les séances se sont déroulées selon le protocole suivant. Les récipients en verre (Pyrex, France) contenant les liqueurs sont mis dans des bains chauffants à une température de 48°C quarante-cinq minutes avant la dégustation. La liqueur de chocolat est dégustée dans un état liquide à une température comprise entre 40 et 60°C pour aider à la libération des saveurs et des arômes volatils (Reed, 2010).

Selon la réponse désirée (mise au point de la fiche d'analyse sensorielle par la méthode du libre profil ou test de discrimination des échantillons), les juges sont disposés soit autour d'une table sans dispositif de séparation permettant ainsi une communication verbale, soit dans des box individuels d'analyse sensorielle où la communication est restreinte. Lors du test de discrimination des échantillons, chaque descripteur est évalué sur une échelle allant de 0 à 10 pour chaque échantillon.

Un nombre conséquent d'échantillons a été évalué au cours des séances programmées. Chaque juge a évalué 48 liqueurs de cacao avec 3 répétitions pour chaque liqueur. Dix séances d'évaluation ont lieu selon la séquence suivante : une séance d'entraînement suivi de neuf séances de 16 échantillons à évaluer (3 séances nécessaires pour noter l'ensemble des échantillons répétées trois fois). Les résultats ont été traités en s'appuyant sur le logiciel XLStat – MX (Addinsoft, Paris, France) ce qui a permis le traitement de données obtenues.

### **Analyse par spectroscopie proche infrarouge**

L'appareil utilisé pour l'analyse en spectroscopie proche infrarouge est un spectrophotomètre avec mono chromoteur à réseau holographique (Foss modèle 6500, Nanterre). Environ 5 g de poudre issue de fèves de cacao non torréfiées, décortiquées puis broyées des divers échantillons sont déposés dans des mini-coupelles équipées d'une fenêtre en quartz. Les poudres ainsi préparées sont mesurées en réflectance diffuse pour les longueurs d'onde comprises entre 400 nm et 2500 nm, avec un pas de 2 nm. Le spectre d'absorption est exprimé sous la forme de  $\text{Log}(1/R)$  où R est la réflectance à chaque longueur d'onde.

## **RÉSULTATS ET DISCUSSION**

### **Création de l'outil de mesure sensorielle**

Pour opérer cette démarche, il a fallu tout d'abord prendre en compte des bases théoriques nécessaires à la mise en place du modèle. L'évaluation sensorielle se définit comme une technique permettant l'examen, à l'aide des sens, des propriétés organoleptiques d'un échantillon dépouillé de toute information. Elle met en œuvre un ensemble de méthodes, d'outils et d'instrument. L'homme est utilisé comme « instrument de mesure » doté d'outils que sont les 5 sens et soumis à des protocoles de tests rigoureux afin d'obtenir des réponses fiables. La réponse sensorielle comprend 3 composantes :

- la composante qualitative, qui décrit la sensation perçue (goût amer, couleur foncée, arôme chocolat, ...)
- la composante quantitative, qui représente l'intensité de cette sensation (faible, moyen, élevé, ou échelle de valeur, ...)

- la composante hédonique, qui caractérise le plaisir/déplaisir ressenti par l'individu qui perçoit cette sensation.

Cette réponse sensorielle doit être individuelle, non influencée par le vécu culturel et les préférences alimentaires du dégustateur.

De plus, elle doit être non changeante et stable dans le temps. Comme tout appareil de mesure, il est donc important que les données produites soient fiables. La mesure de la performance d'un panel et de ses panélistes est donc une question centrale en analyse sensorielle. Cette notion de performance, largement abordée dans la littérature, est le plus souvent divisée en trois concepts : la répétabilité, la discrimination et l'accord entre les panélistes<sup>1</sup> (ISO, 1993).

- La répétabilité traduit la capacité à donner des résultats très proches en réponse à un même stimulus. Celle-ci est appelée reproductibilité lorsque le même stimulus est présenté dans des conditions différentes (changement du lieu ou du moment de l'expérimentation, par exemple). Le contrôle du niveau de répétabilité du panel et des panélistes est indispensable afin de maîtriser la qualité des résultats obtenus.
- La discrimination est l'aptitude à détecter les différences sensorielles entre les produits. Cette caractéristique est au centre des préoccupations du contrôle de la performance puisqu'elle indique si les panélistes ont été capables de différencier les produits de l'étude ou non.
- L'accord entre les panélistes mesure l'homogénéité des réponses obtenues pour le même stimulus par les différents dégustateurs. Cette caractéristique est héritée du fait que le panel, contrairement à la majorité des outils de mesure « classiques », est composé de plusieurs sous-unités de mesures indépendantes : les panélistes.

## Conception/validation du modèle

Plusieurs éléments sont pris en considération au cours de cette phase :

- la mise en place d'une grille d'évaluation comprenant une liste de descripteurs olfactifs et gustatifs communs à tous les produits
- la fiabilité du panel.

*Établissement de la grille d'évaluation* : La méthode utilisée est celle du libre profil. Elle consiste en l'élaboration d'une liste de termes descriptifs définis par chaque membre du jury pour caractériser les liqueurs de cacao à partir de

---

<sup>1</sup> ISO, *Analyse sensorielle - Guide général pour la sélection, l'entraînement et le contrôle des sujets - Partie 1 : Sujets qualifiés*, 8586-1, Paris-La Défense, AFNOR, 1993.

liqueurs qui devront être caractérisées<sup>1</sup> (ISO, 1994). Les liqueurs utilisées pour la génération du vocabulaire sont des échantillons appartenant aux liqueurs à caractériser. Parmi celles-ci, un nombre limité de liqueurs sont choisies afin de représenter au mieux l'ensemble des 48 liqueurs. Les panélistes génèrent du vocabulaire pour décrire les différences entre les produits. Dans un premier temps, le groupe doit rechercher le plus grand nombre de descripteurs. Dans un second temps, la liste est ensuite réduite en supprimant les termes à connotation hédonique, les synonymes et les antonymes et les termes non pertinents. La réduction du nombre de termes est faite par consensus : seuls les descripteurs pour lesquels la majorité des panélistes étaient d'accord sont conservés. La liste finale comprend 22 descripteurs générés pour décrire les différents cacaos :

- 6 critères olfactifs (O Fruité, O Doux, O Cacao, O Chocolat, O Acide, O Végétal)
- 15 marqueurs gustatifs (Acidité, Amertume, Astringence, Cacao, Chocolat, Doux, Fruits frais, Fruits secs, Floral, Alcoolique, Epicé, Grillé, Boisé, Terreux, Végétal)
- un descripteur global (qualité).

Une rubrique supplémentaire peut être utilisée par les sujets du groupe d'analyse sensorielle sous la rubrique « Remarques », si d'autres arômes que ceux prédéfinis sont présents de façon notable et en particulier s'ils interfèrent sur la perception des descripteurs prédéfinis. Les notations dans cette rubrique sont seulement descriptives.

*Validation des aptitudes du panel* : L'analyse du panel consiste à vérifier si les juges qui ont participé aux séances d'analyse sensorielle sont performants à la fois pour la discrimination des échantillons (en utilisant le maximum de descripteurs pour évaluer les différents cacaos) et pour leur répétabilité (c'est-à-dire qu'ils donnent les mêmes notes pour les mêmes échantillons lors des répétitions). Une ANOVA (analyse de la variance) est réalisée pour chaque juge pour chacun des 22 descripteurs afin de vérifier s'il y a un effet produit. Cela permet d'évaluer pour chaque juge sa capacité à distinguer les produits au travers des descripteurs utilisés. Ainsi, grâce aux descripteurs discriminés par les différents juges apparaissent les juges les plus discriminants au niveau des différentes liqueurs et ceux qui le sont moins.

L'analyse de l'ensemble des résultats montre que certains juges sont faiblement répétables lors des répétitions des analyses sensorielles tandis que d'autres sont faiblement discriminants. Après élimination de 4 juges, une nouvelle analyse de panel est alors réalisée sur 8 juges et comparée aux résultats précédents.

---

<sup>1</sup> ISO, *Analyse sensorielle - Recherche et sélection de descripteurs pour l'élaboration d'un profil sensoriel, par approche multidimensionnelle*, 11035, Paris- La Défense, AFNOR, 1994.

Un jury constitué de 8 juges est en adéquation avec les travaux de Lawless et Heymann<sup>1</sup> (1999) qui ont mis en place un panel d'individus sélectionnés de 8 à 10 personnes testant les liqueurs de cacao afin de générer le lexique pour décrire le cacao.

## DISCRIMINATION DE LA QUALITÉ SENSORIELLE DES ÉCHANTILLONS DE CACAO SELON LES VARIÉTÉS OU LE TEMPS DE FERMENTATION

### Distinction entre la variété Criollo et ses hybrides

Principalement, deux espèces existent en chocolaterie : le Criollo qui conduit à un chocolat fin aromatique et le Forastero qui produit des fèves de qualité aromatique inférieure. Le Criollo représente 2% de la production mondiale et celle du Forastero 90%. Des hybrides résultant du croisement entre le Criollo et le Forastero sont possibles et donnent lieu à la variété Trinitario. Les Trinitario sont classés parmi les cacao fins. Une analyse des caractéristiques organoleptiques des fèves de cacao de Madagascar ayant subi tout le processus post-récolte issues des variétés Criollo et Trinitario a été menée. Les résultats sont présentés ci-après (figure 1).

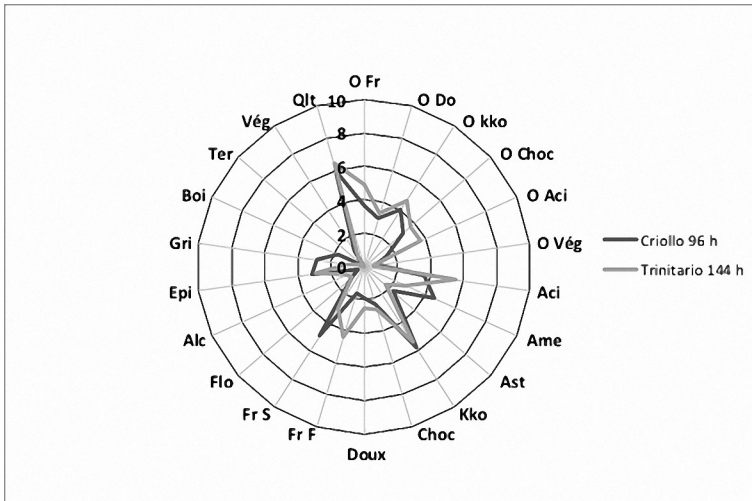


Figure 1 : Profil radar de cacaos Criollo et Trinitario en fin de fermentation

Les échantillons en fin de fermentation (96 heures pour les Criollo et 144 heures pour les Trinitario) présentent des différences au niveau des descrip-

<sup>1</sup> H.T. Lawless, H. Heymann, *Sensory evaluation of food: principles and practices*, New York, Springer-Verlag, 1999.

teurs. Les échantillons de Criollo fermentés 96 heures sont décrits comme ayant un goût « Amertume », « Fruits secs », « Grillé » et « Boisé » ; les Trinitario fermentés 144 heures une odeur « O Fruité », « O Cacao », « O Acide » et un goût « Acide », « Fruits frais ». Les cacaos de Madagascar sont généralement caractérisés comme étant fruités et faiblement acides.

### **Suivi de l'évolution sensorielle en fonction du temps de fermentation de la variété Trinitario**

144 heures de fermentation sont habituellement nécessaires pour obtenir un Trinitario de qualité. Des prélèvements réguliers (24 heures, 48 heures, 96 heures, 120 heures, 144 heures) des fèves en cours de fermentation ont été réalisés et les différences sensorielles identifiées par l'usage de l'analyse factorielle discriminante (AFD). L'analyse factorielle discriminante permet d'associer les groupes d'individus aux caractéristiques (variables) de ces groupes. L'analyse de la figure 2 montre que :

- Les échantillons « 24h » forment un groupe à part et sont significativement différents des autres échantillons. Les échantillons ayant subi uniquement 24 heures de fermentation sont décrits comme ayant une odeur « O végétale » et des caractéristiques gustatives de type « amertume », « terreux », « boisé », « végétale », « astringent ». Ces descripteurs ont une connotation négative.
- L'allongement de la durée de la fermentation va de pair avec une évolution des sensations à connotation positive. Pour le descripteur appréciation globale de la qualité, les fèves de cacao fermentées durant 24 heures ont une note de 3 sur 10 et atteignent déjà au bout de 48 heures une note finale de 6 sur 10. Ce qui est en concordance avec la figure 2 où les lots de 48 à 144 heures sont regroupés.
- Cependant, ce n'est qu'au terme de la fermentation finale (144 heures) que le cacao est fortement marqué par une majorité des descripteurs olfactifs et gustatifs à connotation positive tel que les odeurs « O Doux », « O Chocolat », « O Fruité » et des goûts « Acide », « Fruits frais », « Chocolat ».

### **Corrélation des descripteurs avec la spectroscopie proche infrarouge**

La spectroscopie proche infrarouge permet de caractériser et de quantifier certaines classes chimiques de composés connus pour leur impact sur les descripteurs gustatifs. A titre d'exemple, les teneurs en caféine et en théobromine diminuent au cours de la fermentation (figures 2 et 3). La caféine et la théobromine sont des composés chimiques connus pour donner une saveur amère aux aliments. La diminution de ces composés au cours de la fermentation explique la disparition de l'amertume pour les cacaos bien fermentés. De même,



la teneur en polyphénols diminue au cours de la fermentation (figure 4). Les polyphénols contribuent à l'astringence et à l'amertume des produits. La diminution de leur quantité au cours de la fermentation explique la diminution de l'amertume et de l'astringence dans les échantillons bien fermentés perçues lors des séances d'analyse sensorielle. Ce phénomène est constaté aussi bien pour les Criollo que les Trinitario.

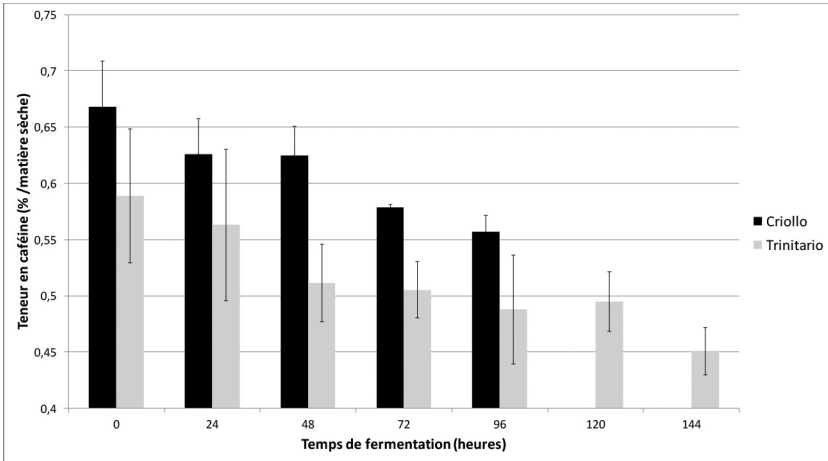


Figure 2 : Évolution de la teneur en caféine des échantillons regroupés par temps de fermentation

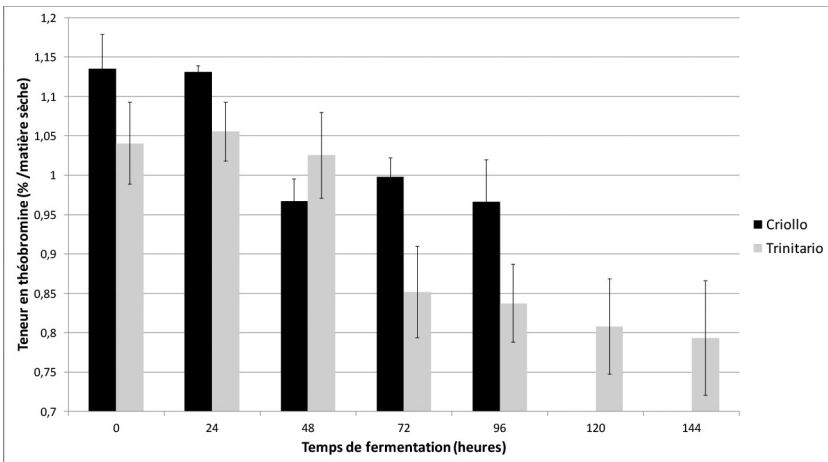


Figure 3 : Évolution de la teneur en théobromine des échantillons regroupés par temps de fermentation

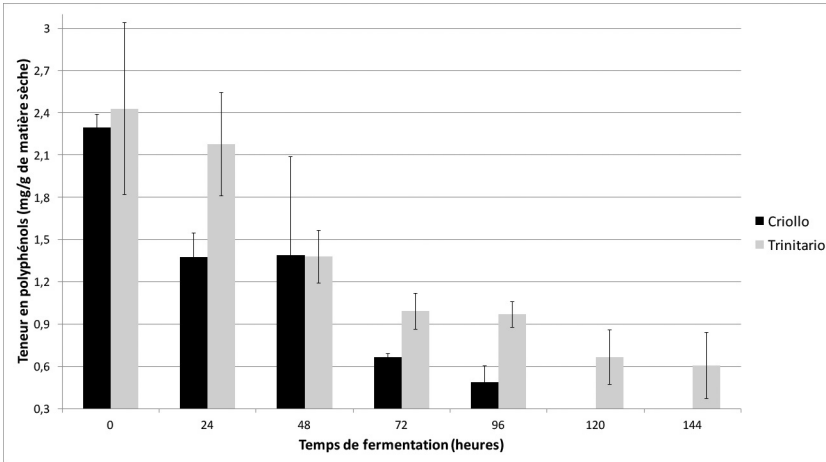


Figure 4 : Évolution de la teneur en polyphénols des échantillons regroupés par temps de fermentation

## CONCLUSION

Voltaire disait : « les sens sont des instruments physiques dont il faut apprendre à se servir »<sup>1</sup>. Grâce à un apprentissage, un entraînement, la mise au point d'un lexique adapté et codifié au produit testé pour les dégustateurs, la subjectivité présente lors de la dégustation fait place à l'objectivité. La perception devient analytique et permet la compréhension des événements biologiques ou chimiques. Dans notre étude, il a été possible d'analyser la qualité du cacao en établissant des corrélations entre des caractéristiques organoleptiques et des constituants chimiques et en suivant leurs évolutions au cours de la fermentation. L'usage des capacités sensorielles a permis des discriminations entre des lots de cacao de nature différente (variétés, temps de fermentation variable), de déterminer la qualité des cacaos selon les descripteurs à connotation positive et ceux à connotation négative et s'est révélée complémentaire du dosage de certains composés responsables de l'amertume et de l'astringence par spectroscopie proche infrarouge. Ainsi le verbe associé aux techniques instrumentales donne une représentation complète du cacao.

<sup>1</sup> Voltaire, *Traité de Métaphysique* (1734), Université de l'État de Pennsylvanie, Manchester University Press, 1957.

**BIBLIOGRAPHIE**

- Barthelemy, J., Clement, J.F., Danzart, M., Issanchou, S., Köster, E.P., Mac Leod, P., Nicod, H., Sauvageot, F., Sztrygler, F., Touraille, C., *Évaluation sensorielle. Manuel méthodologique*, Paris, Lavoisier, 1990.
- Bassereau, J.-F., *Le Petit livre du toucher et d'autres sensations pour découvrir notre appareil perceptif et le monde qui nous entoure*, Paris, ENSAM, 2001. Clautriaux, J.-J., « Considérations sur l'analyse statistique de données sensorielles », *Biotechnologie*, Bassereau, Bassereau, J.-F., *Agronomie, Société et Environnement* 5(3), p. 155-158, Belgique, Presses Agronomiques de Gembloux, 2001.
- Deplet, F., Sauvageot, F. « Évaluation sensorielle des produits alimentaires », *Techniques de l'Ingénieur*, F4000-1-F4000-24, Saint-Denis (France), Éditions T.I., 2002.
- Escofier, B., Pages, J., *Analyses factorielles simples et multiples*, Paris, Dunod, 1998.
- Fisher, R.-A., "The use of multiple measurements in taxonomic problems", *Annals of eugenics* 7(2), 179-18, Londres, Cambridge University Press, 1936.
- ISO 1993, « Analyse sensorielle - Guide général pour la sélection, l'entraînement et le contrôle des sujets - Partie 1 : Sujets qualifiés », 8586-1, Paris-La Défense, AFNOR, 1993.
- ISO 1994, « Analyse sensorielle - Recherche et sélection de descripteurs pour l'élaboration d'un profil sensoriel, par approche multidimensionnelle », 11035, Paris-La Défense, AFNOR, 1994.
- Lawless, H.T., Heymann, H., *Sensory evaluation of food : principles and practices*, New York, Springer-Verlag, 1999.
- Pineau, N. « La performance en analyse sensorielle : une approche base de données », Thèse de 3<sup>e</sup> cycle, Université de Bourgogne, 2006.
- Reed, S., "Sensory analysis of chocolate liquor", 2010, en ligne : <http://www.wilburchocolate.com/wcm/groups/internal/documents/document/na3042000.pdf> (consulté le 01/10/2016)
- Voltaire, *Traité de Métaphysique* [1734], Université de l'État de Pennsylvanie, Manchester University Press, 1957.