

**UNIVERSITE DE BOURGOGNE**  
**Ecole Doctorale Environnements – Santé – STIC**

**THESE DE DOCTORAT**  
*- Sciences de l'Alimentation -*

présentée par

**Maud LELIEVRE**

**De la première gorgée de bière au concept :  
le même processus pour tous ?**

**Effet de l'expertise sur la catégorisation et  
la représentation des bières**

**Soutenue publiquement le 8 janvier 2010 devant le jury composé de :**

Dr. Agnès Giboreau	Institut Paul Bocuse, Ecully, France	Rapporteur
Dr. Frédérique Jourjon	Groupe ESA, Angers, France	Rapporteur
Dr. Sylvie Issanchou	INRA, Dijon, France	Examineur
Pr. Isabel Urdapilleta	Univ. Paris VIII, France	Examineur
Pr. Catherine Dacremont	AgroSup Dijon, France	Examineur
Pr. Hervé Abdi	Univ. Dallas, Texas, Etats-Unis	Examineur
Dr. Dominique Valentin	AgroSup Dijon, France	Directeur de thèse
Dr. Sylvie Chollet	Groupe ISA, Lille, France	Codirecteur de thèse

# Remerciements

---

*Ce travail de thèse est né de la collaboration entre deux laboratoires de recherche : le laboratoire Psychologie Cognitive des Sens Chimiques au Centre Européen des Sciences du Goût de Dijon et le Laboratoire Qualité des Aliments à l'Institut Supérieur d'Agriculture de Lille.*

Une thèse ne se vit pas et ne se réalise pas seule. Je tiens à saluer ici les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la concrétisation de ce travail. Ces remerciements sont rédigés dans un moment de doux relâchement intellectuel, sans véritable rigueur. J'ai laissé à ma mémoire, impressionnée par des évènements répétés, conviviaux ou chargés d'émotions, le soin de retrouver ces personnes.

Je commencerai sans hésiter par remercier mes directrices de thèse, Dominique et Sylvie. Chacune à sa manière a permis la réalisation de cette thèse dans les meilleures conditions possibles. Je leur suis infiniment reconnaissante de m'avoir fait profiter de leur expérience, au travers de leurs critiques fécondes et de leurs conseils judicieux. Je les remercie de s'être toujours rendues disponibles et patientes devant les tâtonnements qui ont jalonné mon travail. Merci pour leur soutien et leur compréhension face à mes difficultés, mes doutes et mes craintes. Merci pour leur compétence en nettoyage de verres noirs. J'ai apprécié leur enthousiasme communicatif, exprimé si spontanément, et qui a transformé notre travail en autant d'expériences fructueuses, riches et joyeuses. Enfin, j'ai adoré nos réunions de travail autour d'une tasse de thé, à échanger sur les expériences à mettre en place, sur les bières à choisir pour la prochaine manip', sur la nature du tissu à utiliser pour bander les yeux des panélistes, sur la façon de transformer une salle des fêtes en véritable laboratoire de recherche... Merci à Dominique de m'avoir initiée à la psychologie cognitive et surtout de m'y avoir fait prendre goût. Tout au long de ces trois années, elle m'a guidée avec intelligence, me laissant le temps de réfléchir, de comprendre, de me poser des questions et d'y répondre par moi-même. J'ai aimé sa façon de me transmettre son enthousiasme à la vue d'un graphique, d'une significativité validant ou non une hypothèse. Je la remercie également d'avoir initié des rencontres sans lesquelles ce travail de thèse ne serait pas aussi riche. Mes séjours à Dijon avec elle m'ont à chaque fois un peu plus confortée dans le choix de cette thèse et je veux lui exprimer ici mon profond respect. Merci à Sylvie de m'avoir fait confiance et de m'avoir associée à ses projets de recherche. Durant ces trois années, elle m'a apporté son expérience, son soutien et m'a souvent aidée à prendre du recul sur mon travail. Elle a su se rendre disponible au quotidien, répondre à toutes mes questions et me rassurer lorsque j'en avais besoin. Son exigence intellectuelle et son approche de la recherche sont pour moi un exemple professionnel. Plus qu'une directrice de thèse ou une collègue, j'ai partagé avec elle des moments de travail complices et

des discussions enjouées dépassant le cadre de la thèse. Je suis heureuse d'avoir l'opportunité de continuer à travailler à leurs côtés.

Je tiens à remercier chaleureusement Hervé Abdi pour sa précieuse aide en statistiques, et de façon plus générale, pour sa gentillesse, sa disponibilité et sa rapidité à répondre à mes nombreux emails lui demandant tantôt une analyse statistique, tantôt une relecture, tantôt une réponse aux reviewers. Je suis impatiente à l'idée de le rencontrer enfin (pour de vrai !) lors de la soutenance de cette thèse, après trois ans à communiquer par boîtes mails interposées.

Je remercie Agnès Giboreau et Frédérique Jourjon, rapporteurs de cette thèse, ainsi que tous les membres du jury, pour s'être intéressés à mon travail et pour avoir accepté de se réunir pour le juger.

Je tiens également à remercier Catherine Dacremont et Jordi Ballester pour leur participation aux comités de thèse et pour la pertinence de leurs remarques qui m'ont permis de prendre du recul sur mon travail.

Je remercie Pascal Codron pour m'avoir accueillie à l'ISA. Je remercie également l'ensemble du personnel de l'ISA pour son accueil et ses encouragements en cette fin de thèse. Un merci particulier aux personnes qui ont participé à mes expériences.

Je remercie l'équipe du Laboratoire Qualité des Aliments de l'ISA pour m'avoir si bien intégrée. C'est un plaisir de travailler dans une ambiance aussi sympathique.

Merci également à toute l'équipe de Dijon pour m'avoir toujours chaleureusement accueillie lors de mes visites et pour avoir montré de l'intérêt à l'égard de mes travaux.

Ce travail de thèse n'aurait sans doute pas la même couleur sans ma rencontre avec Lionel Maillot et Jean-François Desmarchelier. Un immense merci à eux deux pour leurs idées et leur formidable investissement dans l'organisation et la réalisation des expériences à Eppe Sauvage, à la Brasserie du Bocq et à l'Athénéum de Dijon. J'ai eu beaucoup de plaisir à partager ces moments avec eux et je renouvellerai volontiers ce type d'expérience avec eux. Un merci particulier à Jeff pour la réalisation du film « Les Testeurs ». C'est une chance d'avoir pu proposer mes travaux comme supports d'un film de vulgarisation scientifique.

Je remercie très chaleureusement Monsieur et Madame Desmarchelier pour nous avoir accueillis en toute simplicité chez eux à Eppe Sauvage et pour nous avoir fait partager la convivialité des gens du Nord. Je garde un souvenir gourmand de la soupe au maroilles ! Un merci particulier à Madame le

Maire pour s'être investie avec tant d'enthousiasme dans cette « soirée scientifique » et pour avoir permis de réunir autant d'amateurs de bières. Ce week-end à Eppe Sauvage reste un des meilleurs moments de ces trois ans. J'en profite ici pour remercier tous les participants « avisés » venus passer avec nous cette soirée scientifique sous le signe de la bière.

Un grand merci à toutes les personnes qui sont venues prêter main forte lors des expériences à Eppe Sauvage et à l'Athénéum de Dijon. Merci à Cédric, Adeline, Bruno, Catherine, Bao, Phu, Jennifer, Eva, Jing, Solange, Monia, Jordi, Charlotte, Mickaël, Dominique, Sylvie.

Mes sincères remerciements à Xavier Yernaux, brasseur à la Brasserie du Bocq, qui nous a reçus si gentiment et si simplement pour nous permettre de réaliser l'expérience avec les brasseurs. Je garde un souvenir très fort de la visite nocturne de la brasserie. Grâce à lui, j'ai eu le plaisir de rencontrer les Jeunes Brasseurs Wallons, joyeuse bande de brasseurs belges, qui ont accepté de déguster leur précieux breuvage sous lumière rouge, avec ou sans pince-nez...

Je ne peux évidemment pas oublier de remercier tous les membres du panel entraîné de l'ISA : Caroline, Philippe, Joop, Caroline, Charles, Patrick, Julien-Antoine, Hélène, Tanguy, Hervé, Laurent Nick, Jean-René, Elodie, Lucile, Grégory, Bertrand, François, Catherine, Sylvie, Mohammed, Thomas, Julie, Odyle, Sabine. Ils m'ont supporté semaine après semaine pendant trois ans et se sont pliés à toutes mes expériences sans rechigner (ou presque !). Je les remercie sincèrement pour leur bonne humeur et je leur suis vraiment reconnaissante de leur assiduité.

Je remercie tous les participants « novices » de Dijon qui ont pris part à mes expériences avec enthousiasme. Je remercie également les étudiants de l'option « Brasserie et métiers de la bière » de l'ISA qui ont participé à la longue expérience d'apprentissage. Sans eux, cette étude n'aurait pas pu être menée.

Merci à Vanda Gufoni pour son aide à la construction du questionnaire pour l'étude d'apprentissage.

Je remercie Charles Dermont pour m'avoir donné un coup de main sur les analyses physico-chimiques des bières.

Merci à Karin Sahmer pour les petits dépannages statistiques de dernière minute.

Merci à Pierre pour avoir réalisé, modifié, remodifié et re-remodifié les graphiques 3D, et d'une manière générale, merci à lui pour l'assistance informatique.

Merci à Sylvie et Laurent pour cette agréable soirée de pré-test, où nous avons conclu qu'il était définitivement trop difficile de catégoriser 24 bières d'un coup...

Merci aux très nombreuses personnes, croisées ici ou là, qui ont si gentiment proposé de goûter quelques bières pour contribuer à ma thèse...

Merci à Camille pour son hébergement durant mes séjours bourguignons. J'ai adoré nos soirées autour d'un verre de vin, à partager nos expériences de thésardes.

Je ne peux évidemment pas oublier tous mes amis de Lille, de Dijon ou d'ailleurs. Merci à Tanguy et Lucile pour leur soutien au quotidien. J'espère que nos pauses café ne finiront pas avec cette thèse ! Merci à Julie et à Marie qui m'ont soutenu et réconfortée à coup de soirées filles. Merci à Camille, Jeanne et Julien pour leur si précieuse amitié. La BAT aura survécu à trois thèses !

Je remercie de tout cœur ma famille, témoin de mes joies, de mes moments d'enthousiasme, de mes hauts, de mes bas, de mes fatigues. Leur confiance, leurs encouragements et leurs conseils ont toujours été très précieux pour moi. J'adresse un remerciement spécial à ma mère pour avoir fait une relecture minutieuse de cette thèse en un temps très court.

Enfin, je ne pourrais terminer sans remercier Mickaël, qui a été sur le front ces derniers mois de thèse et qui a su décupler des ressources de patience et de tendresse, déjà énormes, pour me supporter. Ma réussite est aussi la sienne, tout comme mes angoisses et mes doutes ont été les siennes durant ces années. Il sait comme son soutien m'est précieux.

# Valorisation des travaux de thèse

---

## **Publications dans des revues à comité de lecture (Annexe 9)**

Lelièvre, M., Chollet, S., Abdi, H. et Valentin, D. (2008). What is the validity of the sorting task for describing beers? A study using trained and untrained assessors. *Food Quality and Preference*, 19(8), 697-703.

Lelièvre, M., Chollet, S., Abdi, H. et Valentin, D. (2009). Beer experts and novices rely more on vision than on taste when they categorize beers. *Chemosensory Perception*, 2(3) : 143-153.

## **Communications orales**

Lelièvre, M., Chollet, S., Abdi, H. & Valentin, D. (2007). Beer talk: does the talk improve the taste? How do beer expert and novices categorize beers and how do they integrate linguistic information with their categorization? *7<sup>th</sup> Pangborn Sensory Science Symposium, 12-16 august 2007, Minneapolis, USA.*

Lelièvre, M., Chollet, S. & Valentin, D. (2009). Impact of expertise on beer perception. *An Autumn Brewers Meeting 2009, AgroIndustry Magazine, 20-21 octobre 2009, Wroclaw, Pologne.*

## **Communications affichées (Annexe 9)**

Lelièvre, M., Chollet, S. & Valentin, D. (2009). Beer categorization: A new way to understand beer expertise. *32<sup>nd</sup> EBC Congress, 10-14 May 2009, Hamburg, Allemagne.*

Lelièvre, M., Chollet, S. & Valentin, D. (2009). Is it possible to learn beer sensory categories? *8<sup>th</sup> Pangborn Sensory Science Symposium, 26-30 juillet 2009, Florence, Italie.*

Chollet, S., Lelièvre-Desmas, M. & Valentin, D. (2009). The sorting task : Another method to obtain beer sensory descriptions? *32<sup>nd</sup> EBC Congress, 10-14 mai 2009, Hamburg, Allemagne.*

Chollet, S., Lelièvre-Desmas, M. & Valentin, D. (2009). What are consumers able to perform in beer tasting? *SPISE 2009, 7-9 août 2009, Ho Chi Min, Vietnam.*

# Sommaire

---

<b>INTRODUCTION GENERALE.....</b>	<b>1</b>
<b>REVUE BIBLIOGRAPHIQUE .....</b>	<b>5</b>
<b>1. Nature et structure des concepts .....</b>	<b>6</b>
1.1. Quelques définitions.....	6
1.2. Les théories des concepts .....	9
<b>2. Comment naissent les concepts ? .....</b>	<b>17</b>
<b>3. Effet de l'expertise sur la catégorisation .....</b>	<b>21</b>
<b>4. Conclusion et problématique de la thèse .....</b>	<b>28</b>
<b>CHAPITRE 1 – Effet de l'entraînement sensoriel sur la catégorisation des bières .....</b>	<b>30</b>
<b>1. Introduction .....</b>	<b>31</b>
<b>2. Matériel et méthodes .....</b>	<b>32</b>
2.1. Participants.....	32
2.2. Produits .....	33
2.3. Procédure.....	33
2.4. Traitement des données .....	34
<b>3. Résultats et discussion.....</b>	<b>35</b>
3.1. Tri des bières dans la condition visuelle.....	35
3.2. Tri des bières dans la condition en aveugle .....	38
3.3. Comparaison des catégorisations dans la condition visuelle et dans la condition en aveugle .....	41
3.4. Stabilité des données de tri .....	42
<b>4. Conclusion.....</b>	<b>46</b>
<b>CHAPITRE 2 – Catégorisation perceptive vs. conceptuelle : effet du type d'expertise .....</b>	<b>48</b>
<b>1. Introduction .....</b>	<b>49</b>
<b>2. Organisation générale .....</b>	<b>50</b>
2.1. Participants.....	50
2.2. Organisation des épreuves.....	50
<b>3. Epreuve de tri de photos de bières.....</b>	<b>50</b>
3.1. Produits .....	50
3.2. Procédure.....	52
3.3. Traitement des données .....	52
3.4. Résultats et discussion.....	52

<b>4. Epreuve de tri hiérarchique .....</b>	<b>55</b>
4.1. Produits .....	56
4.2. Procédure.....	57
4.3. Traitement des données .....	58
4.4. Résultats et discussion.....	58
<b>5. Epreuve discriminative .....</b>	<b>63</b>
5.1. Produits .....	63
5.2. Procédure.....	63
5.3. Résultats et discussion.....	63
<b>6. Conclusion.....</b>	<b>65</b>
<b>CHAPITRE 3 – Etude d’une catégorie conceptuelle : les bières Trappistes .....</b>	<b>67</b>
<b>1. Introduction .....</b>	<b>68</b>
<b>2. Test préliminaire .....</b>	<b>70</b>
2.1. Matériel et méthodes .....	70
2.2. Résultats .....	72
<b>3. Tests principaux .....</b>	<b>75</b>
3.1. Organisation générale.....	75
3.2. Questionnaire .....	77
3.3. Test triangulaire.....	80
3.4. Epreuve d'appariement .....	82
3.5. Epreuve de tri .....	85
<b>4. Conclusion.....</b>	<b>91</b>
<b>CHAPITRE 4 – Apprentissage de catégories sensorielles .....</b>	<b>93</b>
<b>1. Introduction .....</b>	<b>94</b>
<b>2. Démarche générale et hypothèse de travail.....</b>	<b>96</b>
2.1. Démarche générale .....	96
2.2. Hypothèses de travail .....	97
<b>3. Apprentissage des catégories « fermentation » .....</b>	<b>97</b>
3.1. Matériel et méthodes .....	97
3.2. Résultats et discussion.....	101
<b>4. Apprentissage des catégories « géographie » .....</b>	<b>111</b>
4.1. Matériel et méthodes .....	111
4.2. Résultats et discussion.....	114
<b>5. Comparaison de l’apprentissage des catégories <i>fermentation</i> et <i>géographie</i>.....</b>	<b>124</b>
<b>6. Conclusion.....</b>	<b>125</b>

<b>DISCUSSION GENERALE .....</b>	<b>127</b>
<b>1. Effet de la familiarité sur les capacités de discrimination des bières.....</b>	<b>129</b>
<b>2. Influence de la nature de l'expertise sur la catégorisation des bières.....</b>	<b>132</b>
<b>CONCLUSION &amp; PERSPECTIVES .....</b>	<b>139</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>142</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>155</b>
<b>Annexe 1 – Description du panel entraîné .....</b>	<b>156</b>
<b>Annexe 2 – Instructions pour les épreuves du chapitre 1 .....</b>	<b>159</b>
<b>Annexe 3 – Instructions pour les épreuves du chapitre 2 .....</b>	<b>160</b>
<b>Annexe 4 – Affiche pour le recrutement de l'étude du chapitre 3 .....</b>	<b>163</b>
<b>Annexe 5 – Questionnaire de l'étude du chapitre 3.....</b>	<b>164</b>
<b>Annexe 6 – Instructions pour les épreuves du chapitre 3 .....</b>	<b>165</b>
<b>Annexe 7 – Instructions pour les épreuves du chapitre 4 (Fermentation) .....</b>	<b>167</b>
<b>Annexe 8 – Instructions pour les épreuves du chapitre 4 (Géographie).....</b>	<b>171</b>
<b>Annexe 9 – Valorisation des travaux de thèse.....</b>	<b>175</b>

# **Introduction générale**

---

« La première gorgée de bière. [...] Gorgée ? Ça commence bien avant la gorge. Sur les lèvres déjà cet or mousseux, fraîcheur amplifiée par l'écume, puis lentement sur le palais bonheur tamisé d'amertume. Comme elle semble longue la première gorgée ! On la boit tout de suite, avec une avidité faussement instinctive. [...] le bien-être immédiat ponctué par un soupir, un claquement de langue, ou un silence qui les vaut bien [...] On repose son verre, et on l'éloigne même un peu sur le petit carré buvardeux. On savoure la couleur, faux miel, soleil froid. [...] On lit avec satisfaction sur la paroi du verre le nom précis de la bière que l'on avait commandée. [...] On aimerait garder le secret de l'or pur, et l'enfermer dans des formules. Mais devant sa petite table blanche éclaboussée de soleil, l'alchimiste déçu ne sauve que les apparences, et boit de plus en plus de bière avec de moins en moins de joie. C'est un bonheur amer : on boit pour oublier la première gorgée. » (Extrait de *La première gorgée de bière et autres plaisirs minuscules*, Delerm, 1997).

Quel amateur de bière n'a jamais salivé à l'idée d'une bière bien fraîche à déguster à la terrasse d'un café par une fin d'après-midi ensoleillée ? En pensant à ce plaisir minuscule, nous n'imaginons pas une bière en particulier mais plutôt les caractéristiques générales d'une bière : c'est une boisson pétillante, alcoolisée, rafraichissante, conviviale, qui peut être blonde, brune, blanche ou ambrée, que l'on peut boire dans un verre ou directement à la bouteille... En bref, nous activons la **représentation mentale** que nous avons d'une bière. Cette représentation mentale, ou **concept**, nous l'avons formée à partir des informations sensorielles extraites des différentes bières que nous avons goûtées au cours de notre vie et à partir de ce que nous avons appris sur la bière en général. C'est ce concept de bière qui nous permet de catégoriser facilement le liquide que nous buvons comme étant bien une bière.

Les objets qui composent notre environnement appartiennent tous à des catégories. Par exemple, un pantalon et un bonnet, bien que très différents en apparence, appartiennent tous deux à la catégorie « vêtement ». Cette activité d'organisation du monde correspond à un processus cognitif étudié depuis longtemps en psychologie cognitive : la **catégorisation**. La catégorisation répond à une nécessité pour l'Homme de se représenter de façon simple et synthétique le monde complexe avec lequel il interagit. Imaginons qu'à chaque fois que l'on croise un chien dans la rue, nous devons apprendre qu'il s'agit d'un chien, comme nous devons apprendre le nom d'une personne que nous rencontrons pour la première fois. Nous perdriions notre temps à réapprendre sans cesse le monde qui nous entoure. Au lieu de cela, nous regroupons les objets selon leurs similarités et c'est ainsi qu'un caniche et un berger allemand appartiennent tous deux à la catégorie « chien » alors qu'un rouge-gorge et une cigogne appartiennent à la catégorie « oiseau ». La catégorisation nous permet de simplifier notre vision du monde.

Le domaine des aliments et des boissons n'échappe pas à cette organisation. Par exemple, les fruits sont classiquement catégorisés en agrumes, fruits rouges, fruits jaunes et fruits exotiques. La **bière** possède elle aussi son système de catégorisation, ou plutôt ses systèmes de catégorisation. La lecture des livres sur la bière fait apparaître de très nombreuses façons de catégoriser les bières, qui diffèrent selon le pays, l'auteur, etc. En France, il existe une catégorisation légale de la bière, établie selon son degré d'alcool. Cette catégorisation comporte cinq classes : les bières de luxe *type spécial* dont le degré d'alcool est supérieur à 5.5% vol., les bières de luxe (entre 4.40 et 4.49% vol.), les bières de bock (entre 2.21 et 4.39% vol.), les bières de table (entre 2.00 et 2.20% vol.) et enfin les panachés et bières sans alcool dont le degré d'alcool est inférieur à 1.2% vol. Cette catégorisation permet de régir les taxes sur l'alcool mais n'est pas connue du grand public. La catégorisation la plus connue des consommateurs est sûrement la catégorisation par couleur : bières blonde, brune, ambrée, blanche. Les livres traitant de la bière font également état de catégorisations selon le type de fermentation (bière de fermentation haute, basse ou spontanée), selon l'origine géographique (bières belges, allemandes, anglaises...), selon les caractéristiques du brasseur (industriel, micro brasserie, bistro-brasserie...), selon les méthodes de conditionnement (filtrée, pasteurisée, refermentée en bouteille...). Sous cette apparente simplicité, se cachent en réalité des dizaines de styles de bières différents. Bières de Noël, de garde, d'abbaye, pils, ales, lagers, stouts, porters, saisons, doubles, triples, weisse, steinbier... autant de termes pour désigner des bières variant selon leur couleur, leur particularité de composition ou d'élaboration, leur appartenance à telle tradition locale, régionale ou nationale, mais dont la définition et l'origine exactes semblent parfois dépendre de l'auteur ou de la brasserie qui les a créées. Ainsi, les bières d'abbaye sont en principe des bières qui portent le nom d'une abbaye existante mais dont le brassage est assuré, sous licence, par une brasserie extérieure. Néanmoins, ce terme de « bière d'abbaye » s'est étendu à de nombreuses bières laïques qui, soit ont repris le nom d'une abbaye disparue, soit utilisent un nom à consonance religieuse (et l'imagination des brasseurs belges est féconde en ce domaine !). Un autre exemple est celui des bières « de garde », terme un peu ambigu utilisé dans le nord de la France. Pour certains auteurs, ce terme désigne des bières blondes, ambrées ou brunes qui subissent une période de maturation prolongée après leur fermentation (haute ou basse). Pour d'autres, les bières « de garde » sont des bières de fermentation haute uniquement, à l'origine fabriquées dans les fermes mais aujourd'hui produites par des brasseries commerciales. Un dernier exemple est celui des termes « double » et « triple » (*dubbel* et *tripel*, en flamand), utilisés surtout en Belgique pour désigner les bières dont le taux d'alcool est supérieur à celui de la bière de base d'une gamme donnée. Définition toute relative donc, d'autant que certaines brasseries utilisent ces termes avec d'autres significations, comme la brasserie Bosteels qui brasse la Triple Karmeliet, ainsi nommée en raison des trois céréales (orge, froment et avoine) qui entrent dans sa composition.

Toutes ces catégories que l'on trouve dans les livres correspondent-elles aux catégories que les dégustateurs forment lorsqu'ils goûtent des bières ? En particulier, les buveurs de bière forment-ils

tous les mêmes catégories, quel que soit leur niveau d'expertise ? Le terme « **experts** » est très large et peut désigner des personnes possédant des compétences intellectuelles ou techniques très variées d'un point de vue qualitatif et quantitatif. Dans le domaine particulier des sens chimiques (olfaction et gustation), on distingue par exemple les experts professionnels des experts sensoriels. Les experts professionnels, tels que les brasseurs, les biéologues, ou encore les œnologues et les parfumeurs, possèdent une expertise qui repose à la fois sur des connaissances techniques et sensorielles. Les connaissances sensorielles sont acquises à travers des dégustations ou des expositions répétées de bières, de vins ou de parfums. Les connaissances techniques incluent des connaissances en chimie, en viticulture, en œnologie, en brassage, etc. Les experts sensoriels, quant à eux, sont entraînés à l'utilisation de différentes méthodes d'évaluation sensorielle et sont capables d'évaluer de façon fiable l'intensité de différents attributs sensoriels d'un produit, de détecter et d'identifier les arômes et les défauts des produits. A ces experts (professionnels ou sensoriels), on oppose souvent des novices, c'est-à-dire des personnes ne possédant aucune connaissance (sensorielle ou technique) du produit considéré. Ce sont de simples consommateurs du produit. En outre, sans être ni experts ni novices, d'autres personnes peuvent également posséder des connaissances techniques et/ou sensorielles intermédiaires, et peuvent être considérés comme des connaisseurs de bières.

L'effet de l'expertise, au sens large, sur les capacités perceptives, verbales et mnésiques a déjà été beaucoup étudié en évaluation sensorielle et en psychologie cognitive. En tant qu'activité cognitive primordiale, l'idée que la catégorisation interviendrait dans le développement de l'expertise sensorielle chemine depuis quelques années dans l'esprit des chercheurs, et la littérature fait déjà état de quelques travaux dans le domaine du vin. L'objectif général de cette thèse est de comprendre comment l'expérience modifie les représentations mentales liées à nos perceptions dans le domaine de la bière. Plus précisément, il s'agit d'étudier les différences au niveau des catégorisations perceptives et au niveau des représentations mentales entre des personnes dont les connaissances sensorielles et théoriques sur la bière varient. Dans cette perspective, nous nous sommes intéressés aux études de psychologie cognitive sur les concepts et sur l'activité de catégorisation, ainsi qu'aux études menées dans le but de comprendre le lien entre l'expertise et la catégorisation. Ces travaux de thèse se sont appuyés sur cette revue bibliographique pour mettre en place quatre grandes études, impliquant des individus possédant des expertises variées sur la bière.

## **Revue bibliographique**

---

La catégorisation, en lien avec l'organisation mentale des connaissances sensorielles, est un axe de recherche relativement récent dans le cadre de l'étude de l'expertise liée aux sens chimiques. Les seuls travaux traitant de ce sujet concernent l'expertise dans le domaine du vin. Des auteurs tels que Solomon (1997), Hughson (2003), Hughson et Boakes (2001), Ballester *et al.* (2005, 2008) ou encore Brochet et Dubourdiou (2001) ont émis l'hypothèse qu'à travers des expositions répétées aux vins de différents cépages, les experts formeraient des représentations mentales de ces vins, sur la base des caractéristiques sensorielles communes aux vins d'un même cépage. Cette notion est notamment avancée par Gawel (1997), Lawless (1985) et Solomon (1997) pour expliquer la supériorité des experts en vin au niveau de la description. La connaissance des caractéristiques sensorielles des cépages orienterait la recherche de termes pertinents pour décrire les vins. Dans une tâche de description, l'expert en vin commencerait par identifier le cépage du vin avant de rechercher les descripteurs qu'il sait adaptés à la description de ce cépage. Morot, Brochet et Dubourdiou (2001) et Brochet et Dubourdiou (2001) arrivent à la même conclusion après avoir analysé le vocabulaire utilisé par des experts pour décrire les vins. La structure du langage des experts est fondée sur des prototypes et non sur une analyse descriptive détaillée. Selon les auteurs, au fur et à mesure de leurs dégustations, les experts forment des prototypes de vins et s'appuient sur ces prototypes lorsqu'ils évaluent et décrivent un vin.

Le terme *prototype* fait référence à une notion de base en psychologie cognitive et s'intègre dans l'une des nombreuses théories sur les concepts. L'objectif de cette revue bibliographique est de dresser un état des lieux des connaissances actuelles sur la relation entre expertise et catégorisation. Avant cela, il est nécessaire de comprendre précisément cette activité de catégorisation et la notion de concept qu'elle sous-entend. La première partie définit ces différents termes de psychologie cognitive et présente les principales théories sur la structure des concepts. La deuxième partie explique comment se forment les concepts. Enfin, la dernière partie est consacrée aux travaux traitant de la catégorisation en lien avec le niveau d'expertise.

## 1. Nature et structure des concepts

### 1.1. Quelques définitions

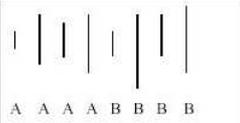
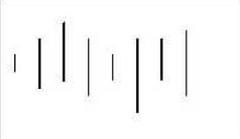
Une **catégorie** est un ensemble d'objets ou d'éléments divers considérés comme similaires d'un certain point de vue. Un **concept** est la représentation mentale d'une catégorie. Bien que ces deux termes ne soient pas utilisés de façon aussi évidente dans la littérature, il semble d'une façon générale que le terme *catégorie* fasse référence à un ensemble de choses existant de façon objective dans le monde alors que le terme *concept* renvoie à une notion plus abstraite. Par exemple, la catégorie *chien* comprendrait des gros chiens, des petits chiens, des Bergers Allemands, des Yorkshire, des chiens à

poils longs, etc. Le concept *chien* ferait référence à un animal, qui a quatre pattes et une queue, qui aboie, qui a la réputation d'être le meilleur ami de l'homme, qui est un animal de compagnie commun, etc.

La **catégorisation** est une activité cognitive qui consiste à regrouper des éléments considérés comme similaires. Ces éléments peuvent être des objets, des personnes, des événements, des idées, des émotions, des goûts, des odeurs, etc. La catégorisation est un des processus psychologiques les plus étudiés car elle est perçue depuis longtemps comme une des bases de nombreux autres processus cognitifs. Elle intervient dans la reconnaissance et l'identification des objets, la compréhension, le raisonnement et la résolution de problèmes.

Les avantages d'une telle activité mentale sont très nombreux. Tout d'abord, la catégorisation permet un **traitement cognitif moins coûteux** de l'information à laquelle nous sommes confrontés quotidiennement, en réduisant le besoin constant d'apprendre. Sans concept, chaque entité serait perçue comme unique. Nous serions très vite submergés par la diversité des choses avec lesquelles nous interagissons et nous serions incapables de nous rappeler plus de quelques secondes chacune de ces choses. De plus, nous devrions nous référer à chaque entité individuelle à l'aide d'un nom distinct, si bien que notre lexique serait considérable et la communication telle que nous la connaissons serait impossible. La catégorisation nous aide à **organiser nos connaissances** et à les mettre en relation ou encore à décider ce qui constitue une action appropriée face à un stimulus. Par exemple, si je catégorise le chien qui se trouve en face de moi comme un chien d'attaque, il est probable que je ne tente pas de le caresser mais plutôt que je parte en direction opposée. La catégorisation nous permet également d'**inférer des caractéristiques** à un objet à partir des propriétés de la catégorie à laquelle il appartient. Par exemple, si l'animal que je vois devant moi a des plumes, je vais le catégoriser comme étant un oiseau et je vais en déduire qu'il risque de s'envoler si je m'approche trop près de lui. Les objets possèdent en effet des propriétés visibles telles que la couleur ou la forme et des propriétés non visibles directement telles que le nom de l'objet, les connaissances que l'on a de l'objet (par exemple son âge, à qui il appartient), sa fonction (à quoi il sert, comment on l'utilise), la personnalité (pour les personnes), etc. Le fait de catégoriser permet en particulier d'inférer des propriétés non montrables. La catégorisation rend le monde plus explicable et contrôlable mais conduit également à en avoir une vision simplificatrice. Cette simplification concerne tant les aspects inductifs de la catégorisation, c'est-à-dire la reconnaissance d'un objet comme appartenant à une catégorie, que ses aspects déductifs, c'est-à-dire l'attribution à un objet des caractéristiques de la catégorie. L'un des effets majeurs de la catégorisation consiste d'une part en une accentuation des différences entre les éléments appartenant à des catégories différentes (phénomène de contraste) et d'autre part en une accentuation des ressemblances entre les éléments appartenant à une même catégorie (phénomène d'assimilation). Les travaux de Tajfel et Wilkes (1963) illustrent très bien ces effets. Les auteurs ont présenté à des

participants huit stimuli représentant des barres verticales de taille variable mais en continuum (5% de différence de taille entre deux barres successives). Les barres étaient présentées une par une sur des feuilles séparées. Certaines étaient associées à des lettres et d'autres non. Trois conditions ont été testées (Figure 1).

Condition 1	 A B A B A B A B
Condition 2	 A A A A B B B B
Condition 3 (contrôle)	

**Figure 1.** Stimuli utilisés par Tafjel et Wilkes (1963).

Dans la condition 1 (condition d'appariement systématique), les quatre barres les plus courtes étaient associées à la lettre A et les quatre plus grandes à la lettre B. Les auteurs incitaient ainsi les participants à établir une catégorisation en deux groupes distincts : les grandes et les petites barres. Dans la condition 2 (condition d'appariement aléatoire), les barres étaient associées de façon aléatoire avec les lettres A et B. Enfin dans la condition 3 (condition contrôle), les barres n'étaient associées à aucune lettre. La tâche des sujets consistait à estimer la taille de chaque barre. La condition 1 a fait apparaître les phénomènes de contraste et d'assimilation. Certains participants ont maximisé les différences entre les barres en estimant que des barres différentes objectivement de 5% en taille mais ayant reçu une lettre différente, ont une taille beaucoup plus dissemblable qu'elle ne l'est en réalité. A l'inverse, certains participants ont minimisé les différences entre les barres en jugeant toutes les barres associées avec la lettre A comme étant très semblables, de même pour les barres associées avec la lettre B. Dans la condition 2 où l'appariement entre les barres et les lettres est aléatoire, les résultats sont semblables à la condition 3 sans appariement : les participants ne peuvent pas établir de relation entre la lettre et la taille. Lors de phénomènes de contraste ou d'assimilation, le participant fait comme si les similitudes ou les différences étaient plus marquées qu'elles ne le sont en réalité. La catégorisation aboutit donc à regrouper et simultanément à différencier les objets.

Devant la complexité de notre environnement, la catégorisation apparaît comme un **processus primordial** pour l'homme. Les philosophes et les psychologues se sont querellés pendant des années sur la façon dont les individus catégorisent les objets ou les situations. Comment détermine-t-on qu'un crabe est un crustacé et non un insecte alors que les crabes ressemblent à de grosses araignées ? Plusieurs théories se sont succédées pour tenter d'expliquer la structure des concepts.

## 1.2. Les théories des concepts

Cette partie présente les cinq principales théories expliquant comment les concepts sont représentés et structurés. Chacune d'elles propose une vue différente des informations dont nous disposons lorsque nous possédons un concept donné. Elles se sont développées autour de l'étude expérimentale des catégories d'objets puis ont été généralisées à d'autres domaines de concepts plus complexes.

La *théorie classique* est la théorie dominante jusque dans les années 70 mais elle remonte en réalité à Aristote. Cette théorie considère que tous les éléments d'une catégorie partagent des **propriétés individuellement nécessaires et collectivement suffisantes**. Ainsi, selon cette théorie, l'appartenance à une catégorie est clairement définie : si l'ensemble des propriétés est vérifié, l'élément appartient à la catégorie mais si une seule des propriétés n'est pas vérifiée, l'élément n'appartient pas à la catégorie. Ainsi, le processus de catégorisation repose sur l'application de règles qui régissent l'appartenance ou non de l'élément à la catégorie. Prenons l'exemple de la catégorie *triangle* pour illustrer cette théorie. Pour être un triangle, une forme doit posséder les propriétés suivantes : être bidimensionnelle, avoir trois côtés et avoir la somme des angles égale à  $180^\circ$ . Si une seule de ces trois propriétés n'est pas vérifiée, alors la forme ne peut pas être un triangle. Selon la théorie classique, les concepts seraient donc des abstractions contenant des informations sur les propriétés que tous les membres d'une catégorie doivent posséder. La théorie classique est illustrée dans plusieurs travaux expérimentaux sur la formation de concepts, tels que celui de Bruner, Goodnow et Austin (1956) qui s'intéressaient plus particulièrement aux stratégies utilisées dans l'identification de concepts. Les stimuli utilisés dans certaines de leurs expériences étaient des cartes sur lesquelles étaient représentées des figures géométriques, telles que celles présentées sur la figure 2.

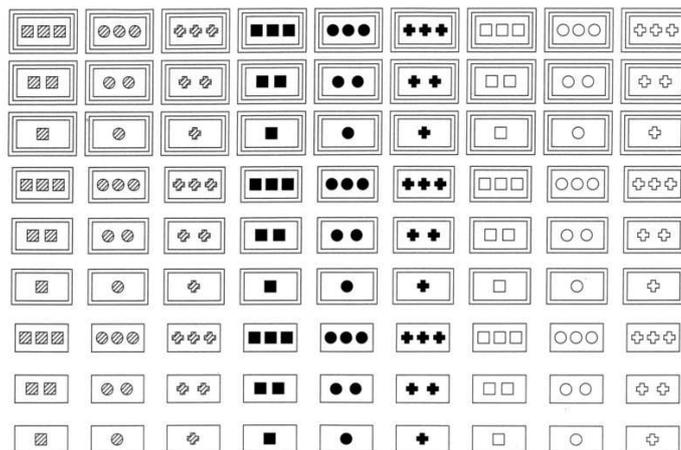
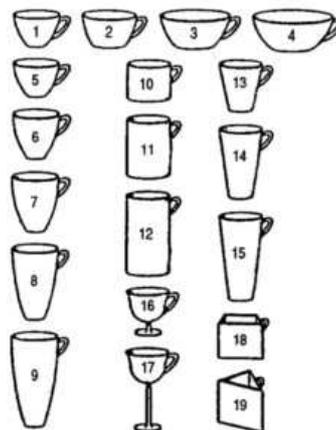


Figure 2. Stimuli utilisés par Bruner, Goodnow et Austin (1956).

Chaque objet (ou chaque carte) peut varier selon quatre dimensions : la couleur des figures, la forme des figures, le nombre de figures et le nombre de bordures encadrant les figures. Un concept est donc défini par une caractéristique ou une combinaison de caractéristiques. Par exemple, le concept *blanc et*

*carré* représente la catégorie contenant toutes les cartes sur lesquelles la figure est à la fois blanche et carrée. Ce modèle s'est vite confronté à de nombreuses insuffisances. La principale limite est de ne pas refléter ce qui se passe dans la réalité. Bruner, Goodnow et Austin (1956) reconnaissent eux-mêmes que la plupart des catégories du monde réel ne peuvent pas être identifiées à l'aide de simples règles logiques s'appliquant à tous les éléments de la catégorie. Dans les expériences réalisées pour illustrer la théorie classique, il est systématiquement possible de dire si oui ou non un élément appartient à une catégorie donnée (un élément est rouge ou ne l'est pas, il est carré ou ne l'est pas, etc.) car les concepts utilisés sont parfaitement définis. Dans la vie courante, les catégories sont définies de façon bien moins précise et il est difficile d'identifier clairement des propriétés nécessaires et suffisantes. La théorie classique suppose que l'on puisse établir de façon consensuelle si un élément appartient ou non à une catégorie donnée; or dans de nombreux cas ambigus, il n'est pas clair qu'un élément appartienne à une catégorie en particulier. Par exemple, est-ce qu'une *pièce d'opéra* appartient à la catégorie *théâtre* ou à la catégorie *concert* ? Ou encore, quelles circonstances atténuantes vont prendre en compte les jurés pour décider qu'un individu est coupable ou non ? Les frontières des concepts *coupable* et *non coupable* étant mal définies, certains jurés vont condamner l'individu et d'autres non. L'expérience du linguiste Labov (1973) illustre bien que les catégories que nous formons ne sont pas toujours délimitées de façon très précise. Les stimuli présentés par Labov aux participants représentaient des récipients ressemblant à des tasses ou des bols dont les dimensions variaient en hauteur et en largeur (Figure 3).

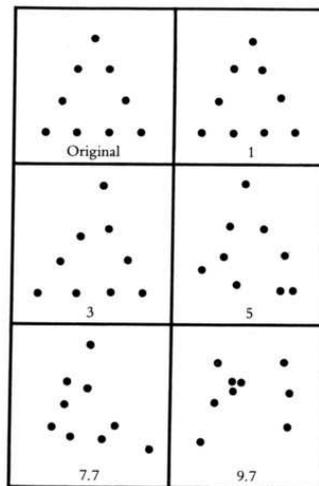


**Figure 3.** Récipients ressemblant à une tasse ou à un bol utilisés dans l'expérience de Labov (1973).

L'auteur a montré que les frontières entre les catégories *tasse* et *bol* sont floues. Plus la largeur du récipient augmente, plus les participants identifient le récipient comme étant un bol, mais il n'y a pas une largeur donnée à partir de laquelle, tout à coup, les participants cessent d'identifier le récipient comme étant une tasse et l'identifie comme étant un bol. De plus, les participants identifient plus volontairement les récipients comme étant des bols s'il leur est demandé d'imaginer qu'ils contiennent de la purée de pomme de terre. Avec cette expérience, Labov met en évidence que les concepts ne sont

pas toujours clairement délimités et que les frontières dépendent beaucoup du contexte. Enfin, le fait de supposer que toutes les catégories peuvent être définies en termes de propriétés nécessaires et suffisantes conduit à attribuer à tous les membres d'une catégorie un statut équivalent. Ceci est contraire à notre intuition que certains éléments d'une catégorie sont de meilleurs exemples de cette catégorie que d'autres, comme c'est le cas notamment pour les **catégories dites « naturelles »**. Par exemple, un moineau est un meilleur exemple de la catégorie *oiseau* qu'un kiwi ou un pingouin.

Ainsi, plusieurs résultats empiriques en contradiction avec la théorie classique sont à l'origine de la **théorie prototypique**. Selon cette théorie, les concepts seraient structurés autour d'un ou plusieurs éléments centraux appelés **prototypes** qui sont des sortes de « moyennes », de « résumés » de l'ensemble des membres de la catégorie. Une des premières études illustrant la stratégie prototypique est celle de Posner et Keele (1969). Les auteurs ont créé quatre formes prototypiques constituées de neuf points dessinés sur une carte : un triangle, la lettre M, la lettre F et une forme aléatoire. Chaque prototype a ensuite été plus ou moins distordu en faisant varier la position des points les uns par rapport aux autres. Trois niveaux de distorsion ont été créés, chaque niveau étant illustré par six exemples différents pour chacun des quatre prototypes (triangle, M, F et forme aléatoire ; Figure 4).



**Figure 4.** Prototype (original) du triangle et exemples de triangles distordus à quatre niveaux différents (d'après Posner, Goldsmith & Welton, 1967).

Les auteurs ont ensuite fait apprendre à des participants à catégoriser 12 exemples (trois exemples pour chacun des quatre prototypes). Un groupe de participant a appris à catégoriser des exemples peu distordus de chaque prototype (groupe 1) et un autre groupe a appris à catégoriser des exemples moyennement distordus de chaque prototype (groupe 5). Une fois que les participants ont été capables de catégoriser correctement les 12 exemples dans chacune des quatre catégories, les auteurs leur ont présenté des exemples fortement distordus qu'ils n'avaient pas vus auparavant et leur ont demandé de les catégoriser. Les auteurs ont trouvé que le groupe 1 apprenait à catégoriser les exemples plus

rapidement que le groupe 5, suggérant que la capacité à catégoriser correctement un nouvel exemple dépend du degré de similarité entre l'exemple et le prototype. Plus l'exemple est similaire au prototype, plus il est facile de le catégoriser correctement. Ceci ne peut être valable que si les participants ont créé un prototype au cours de l'apprentissage pour représenter chaque catégorie. De plus, les auteurs ont trouvé que le groupe 5 était capable de catégoriser à la fois les exemples appris et les prototypes des catégories qu'ils n'avaient jamais vus avant, suggérant que même le groupe 5 était capable de créer un prototype à partir des exemples moyennement distordus vu pendant l'entraînement. Les résultats de cette étude montrent que les gens sont capables de créer des prototypes pour représenter les catégories et de les utiliser ensuite pour catégoriser de nouveaux éléments.

Par la suite, les travaux d'Eleanor Rosch et de ses collaborateurs (Rosch, 1975; Rosch & Mervis, 1975; Rosch, 1978) sur les catégories naturelles ont apporté d'autres supports à la théorie prototypique. Tout d'abord, Rosch *et al.* ont mis en évidence le phénomène de **typicité** (ou typicalité) : certains membres d'une catégorie apparaissent comme de meilleurs représentants de cette catégorie que d'autres; ils sont plus typiques. Ces effets de typicité sont expliqués en référence à la notion d'"air de famille" développée par Wittgenstein (1953, cité par Rosch & Mervis, 1975), philosophe du langage. Chaque membre d'une catégorie possède un certain nombre de propriétés (mais qui ne sont pas nécessaires et suffisantes) et partage des propriétés différentes avec des membres différents. L'idée est que plus un membre partage de propriétés avec l'ensemble des autres membres de la catégorie, plus son air de famille est important et donc plus il est typique de la catégorie. Ainsi, un moineau est vu comme un oiseau plus typique qu'un pingouin car le moineau possède davantage de propriétés caractéristiques des oiseaux : « il est petit », « il vole », « il mange des vers », « il vit dans les arbres », etc. Le prototype est l'élément qui possède le plus de propriétés en commun avec les autres membres de la catégorie et le moins de propriétés en commun avec les membres d'autres catégories. Contrairement à la théorie classique, la théorie prototypique suppose que les frontières des catégories sont floues. Certains éléments peuvent se trouver à la frontière de plusieurs catégories. Par exemple, la *pièce d'opéra* pourrait se trouver à la frontière des catégories *pièce de théâtre* et *concert*. Rosch (1978) a suggéré que les catégories seraient organisées selon deux dimensions : une **dimension horizontale** et une **dimension verticale**. La dimension horizontale correspond à la structure interne des catégories telle que nous venons de la décrire : des éléments organisés selon un gradient de typicité par rapport à un prototype et des frontières floues. La dimension verticale fait référence au niveau d'inclusion d'une catégorie, au degré de généralité de celle-ci. Les catégories seraient organisées selon trois niveaux d'inclusion : le **niveau super-ordonné** (par exemple la catégorie *animal*), le **niveau de base** (la catégorie *chien*) et le **niveau subordonné** (la catégorie *Berger Allemand*). Selon Rosch et ses collaborateurs (Rosch, Mervis, Gray, Johnson & Boyes-Braems, 1976), le niveau de base est le niveau le plus important d'un point de vue cognitif. Les catégories de niveau de base sont celles qui se différencient le plus les unes des autres, ce sont les premières catégories apprises et les plus

importantes pour le langage. Elles sont les meilleurs compromis entre un maximum d'informations et un minimum de traitement cognitif. Par exemple, imaginer du raisin (niveau de base) apporte plus d'informations que d'imaginer un fruit (niveau super ordonné) mais pas beaucoup moins d'informations que d'imaginer du raisin d'Italie ou du raisin Muscat (niveau subordonné).

Malgré les nombreuses réponses apportées aux problèmes posés par la théorie classique, la théorie prototypique souffre également d'insuffisances. Un des problèmes est lié à la typicité, notion centrale dans la théorie prototypique. Par exemple, Armstrong, Gleitman & Gleitman (1983) ont montré que même pour des catégories bien définies comme celles des nombres impairs, il existe un effet de typicité puisque les sujets sont d'accord pour dire que le chiffre 3 est plus typique que le nombre 57. Cependant, les mêmes sujets sont également d'accord pour dire que cela n'a pas de sens de parler de degré d'appartenance pour une catégorie telle que celle des nombres impairs puisque les nombres sont impairs ou ne le sont pas. Il en est de même avec les catégories d'espèces naturelles. L'autruche est certes un oiseau moins typique que l'hirondelle mais elle n'en est pas moins un oiseau à part entière. Pour Armstrong *et al.*, le phénomène de typicité ne constitue pas à lui seul une évidence de la structure prototypique de la catégorie, puisque des catégories clairement définies telles que les nombres pairs ou les figures géométriques sont soumises comme les catégories naturelles au phénomène de typicité. Un autre problème de la notion de typicité est lié au contexte. Bien que le rouge-gorge soit jugé comme très typique de la catégorie *oiseau* dans le contexte de notre jardin, il est très atypique dans le contexte des oiseaux que l'on rencontre dans une basse-cour. Ainsi, le degré de typicité d'un objet varie selon le contexte dans lequel est imaginé cet objet (Barsalou, 1985).

Un troisième problème de la théorie prototypique est un problème de contraintes. Les catégories sont représentées par une liste de propriétés mais la théorie ne précise pas ce qui fait qu'une propriété est pertinente ou non. Or les relations de similitude entre les membres d'une catégorie dépendent de l'importance que l'on accorde à chaque propriété. Ainsi, si la propriété « être rayé » était importante, un zèbre pourrait être considéré comme plus semblable à un tigre qu'à un cheval. Murphy et Medin (1985) ont ainsi montré qu'une tondeuse à gazon et une prune sont, par certains aspects, semblables : elles pèsent moins d'une tonne, elles peuvent être déplacées, elles n'entendent pas ni ne voient pas, etc. Selon Rosch (1978), l'organisation des catégories est gouvernée par le principe d'exploitation de la structure du monde réel. Certaines combinaisons de propriétés ont tendance à être rencontrées plus fréquemment que d'autres. Les créatures qui ont des ailes ont aussi tendance à avoir des plumes plutôt que de la fourrure. L'idée de Rosch est qu'en formant nos catégories, nous exploitons cette structure corrélationnelle. Les frontières entre les catégories seraient donc liées à la façon dont le monde est organisé. Un autre problème lié à la représentation des catégories sous la forme d'une liste de propriétés est que cette liste ne permet pas de représenter l'ensemble des connaissances associées aux catégories. Comme le soulignent Armstrong, Gleitman et Gleitman (1983), un oiseau ne se caractérise

pas uniquement par une liste d'attributs concernant son apparence physique, son comportement ou son habitat. Pour définir ce qu'est véritablement un oiseau, il faut ordonner les propriétés en une « structure d'oiseau » et donc faire intervenir des propriétés relationnelles. Ainsi, nous savons qu'un oiseau a des ailes et qu'il vole mais nous savons également que c'est parce qu'il a des ailes qu'il peut voler. Enfin, la notion de dimension verticale proposée par Rosch et ses collaborateurs ne suffit pas à expliquer les relations entre les concepts. Ces relations ne se réduisent pas uniquement à des relations hiérarchiques d'inclusion mais comprennent aussi des liens causaux ou explicatifs qui ne sont pas évoqués dans la théorie des prototypes (Pacherie, 1993).

La *théorie de l'exemplaire* constitue une alternative à la théorie prototypique (Medin & Shaffer, 1978; Nosofsky, 1986, 1988). A l'inverse de la théorie prototypique, elle ne postule pas que les individus construisent une représentation abstraite (prototype) des exemplaires d'une catégorie. Elle suppose que les concepts sont composés des représentations mentales de **l'ensemble des exemplaires** de la catégorie. Ainsi, selon ce modèle, la catégorisation d'un nouvel élément se ferait par une série de comparaisons aux exemplaires du concept. Un élément appartient à une catégorie donnée s'il est davantage similaire aux exemplaires de cette catégorie qu'aux exemplaires d'autres catégories. Un exemple de l'application du modèle de l'exemplaire est mis en évidence dans une étude de Medin et Shoben (1988) dans laquelle ils ont demandé à des sujets de noter la typicité de différentes cuillères appartenant aux sous-groupes *petite cuillère* et *grande cuillère* de la catégorie *cuillère*. Les auteurs ont montré que la typicité dans les deux sous-groupes de cuillères varie selon une dimension particulière : le matériau des cuillères. Les cuillères en métal sont plus typiques des petites cuillères alors que les cuillères en bois sont plus typiques des grandes cuillères. L'explication donnée par les auteurs est que les sujets se remémorent des exemples familiers de petites et grandes cuillères et notent le matériau avec lequel elles sont fabriquées. Comme la théorie prototypique, la théorie de l'exemplaire permet d'expliquer pourquoi certains éléments sont plus difficiles à catégoriser que d'autres : ces éléments sont similaires aux exemplaires de différentes catégories. Leur catégorisation dans l'une ou l'autre des catégories pourra donc varier en fonction du contexte ou du sujet. En outre, les éléments les plus typiques sont plus facilement catégorisés que les éléments les moins typiques. Un rouge-gorge sera très rapidement catégorisé comme un oiseau car il ressemble beaucoup aux exemplaires d'oiseaux stockés en mémoire. A l'inverse, une autruche sera moins rapidement catégorisée comme un oiseau car elle ressemble à peu d'exemplaires de la catégorie *oiseau*. Mais cette théorie souffre également d'insuffisances. Comme la théorie prototypique, la théorie de l'exemplaire a un défaut de contraintes. Elle ne précise pas quels éléments sont stockés en tant qu'exemplaires d'une catégorie et lesquels ne le sont pas. Elle n'explique pas non plus comment les différents exemplaires sont rappelés en mémoire au moment de la catégorisation. Plus généralement, il semble que la théorie de l'exemplaire permette d'expliquer davantage comment de nouvelles catégories se construisent mais ne permette pas de comprendre comment les catégories existantes naturellement sont structurées.

Des théories hybrides ont peu à peu vu le jour, prenant en compte les avantages et les inconvénients des modèles prototypique et exemplariste. La *théorie des schémas* est souvent présentée comme telle, gardant les avantages de la théorie de l'exemplaire tout en retrouvant les caractéristiques d'économie cognitive proposée par la théorie prototypique. La notion de schéma, introduite par Bartlett (1932, cité par Komatsu, 1992) puis reprise dans les années 70, intègre la notion de **contexte** dans la représentation des concepts. En effet, le contexte dans lequel est rencontré l'élément peut aider à la catégorisation. Selon Mandler (1979, 1983, cités par Chemlal & Cordier, 2006), catégoriser est une activité cognitive qui ne peut pas être complètement distinguée des événements au cours desquels elle se produit. Les concepts doivent donc contenir des informations sur ces événements et leur variabilité. C'est cette notion d'événements qui est prise en compte dans la théorie des schémas. Les concepts seraient intégrés dans des schémas, c'est-à-dire des structures reposant sur des principes fonctionnels d'organisation. Un schéma peut être vu comme un regroupement de connaissances qui représente un concept, une procédure générale, un objet, une configuration, un événement, une séquence d'événements ou une situation sociale (Rumelhart & Norman, 1988). Le schéma peut être vu comme une description assez générale qui fournit seulement le « squelette » autour duquel une situation, un objet, un concept seront interprétés. Le schéma comprendrait donc une partie fixe (le squelette) et une partie variable qui peut prendre des valeurs différentes dans des situations différentes. Si l'on considère le schéma d'un chien, la partie fixe pourrait inclure des informations sur le fait qu'un chien est un mammifère, qu'il a quatre pattes, qu'il est domestiqué, etc. La partie variable comprendrait des informations telles que la race du chien, la couleur de son pelage, son tempérament, son nom, etc. Mais le terme « schéma » est souvent utilisé pour représenter quelque chose de plus large qu'un concept individuel. Par exemple, quand les étudiants rentrent dans une salle de cours le jour de la rentrée universitaire et qu'une personne ressemblant à un professeur commence un cours, ils écoutent et prennent des notes de manière routinière. Ils ne sont pas surpris de voir cette personne assumer le contrôle de la situation et commencer à parler, grâce au schéma des événements qu'ils ont de ce qui se passe normalement dans une classe. Les schémas existent à n'importe quel niveau d'abstraction. Ils peuvent donc avoir des sous-schémas ou des sur-schémas. Par exemple, le schéma d'un chien peut faire partie des schémas « mammifères » ou « animaux » et il peut contenir des sous-schémas tels que « pelage » ou « pattes ». Les schémas sont vus comme des traitements actifs des informations. Les gens passeraient leur temps à évaluer la concordance entre la situation qu'ils sont en train de vivre et des schémas pertinents qu'ils connaissent. Mais les schémas ne sont pas dénués de problèmes. En particulier, les limites entre les différents schémas ne sont pas clairement spécifiées et certaines questions restent en suspens : « quels types d'expériences conduisent à la formation de schémas ? », « comment les schémas sont modifiés par l'expérience ? » ou encore « comment les gens savent-ils quels schémas ils doivent utiliser dans une situation donnée ? ».

Peu à peu, les théories dites « **fondées sur les similarités** » telles que la théorie prototypique, la théorie de l'exemplaire et une partie de la théorie des schémas sont apparues comme insuffisantes pour expliquer la structure réelle des concepts. Selon Murphy et Medin (1985), ces théories ne permettent pas d'expliquer la cohérence conceptuelle, c'est-à-dire les liens profonds qui unissent entre eux les éléments d'une même catégorie. La catégorisation ne se fait pas sur la base d'une simple association de propriétés entre un concept et un élément, mais nécessite de comprendre les corrélations et les dépendances causales de ces propriétés. En effet, il est souvent difficile d'identifier quelles sont les propriétés communes et les propriétés distinctives des objets à prendre en compte lors de la catégorisation. Il faut donc que les gens disposent de contraintes permettant de choisir et de limiter le nombre de propriétés prises en compte pour porter un jugement de similitude et donc pour catégoriser.

Selon *les théories « fondées sur les connaissances »* ou « *fondées sur les théories* », ces contraintes dépendent surtout des connaissances préalables sur les objets à catégoriser, du but suivi et du contexte dans lequel la catégorisation a lieu. L'idée est que les concepts ne s'appuieraient pas seulement sur les relations de similarité qui existent entre les éléments mais feraient également intervenir les connaissances et les représentations que les gens ont du monde en général. Ces théories permettent notamment d'expliquer pourquoi certains éléments, a priori peu similaires, peuvent former une catégorie cohérente dans certaines circonstances. C'est le cas des éléments des **catégories « ad hoc »** de Barsalou (1983, 2009). Les catégories « ad hoc » sont des catégories construites spontanément afin d'atteindre un but pertinent dans une situation donnée. Par exemple, construire une catégorie « choses à vendre lors d'un vide-grenier » est utile pour atteindre l'objectif de vendre des affaires dont on ne veut plus. C'est ainsi que les éléments « enfants », « animaux », « albums photo », « argent liquide » semblent ne rien avoir en commun, mais dans le contexte d'un incendie de maison, tous ces éléments font partie de la catégorie « choses à sauver ».

Nous venons de passer en revue les cinq principaux modèles expliquant comment les concepts sont représentés et structurés mentalement et quel type d'information ils contiennent. Pour résumer, ces cinq modèles peuvent être divisés en deux grandes approches : les approches **fondées sur la similarité** et les approches **fondées sur les connaissances**. L'approche fondée sur les similarités comprend les théories classique, prototypique, exemplariste (et une partie de la théorie des schémas) et soutient que la catégorisation est faite sur la base de similarités entre un élément donné et une abstraction de la catégorie (définition nécessaire et suffisante ou prototype) ou un ou plusieurs exemples de la catégorie. L'approche fondée sur les connaissances, qui comprend la théorie des schémas et la théorie des connaissances, assume que les gens catégorisent les choses sur la base des relations de sens entre les éléments et les catégories. Ces cinq modèles diffèrent notamment selon l'**économie cognitive** des représentations mentales, c'est-à-dire la quantité d'information stockée et la **cohérence catégorielle**, c'est-à-dire ce qui fait que les éléments d'une catégorie vont logiquement ensemble. Aujourd'hui

encore, les débats autour de la nature et la structure des concepts (fondés sur les similarités, sur les connaissances, ou les deux) se poursuivent et divisent les psychologues cognitifs (Sloutsky, 2003 ; Chemlal & Cordier, 2006 ; Cooke, Jäkel, Walleaven & Bühlhoff, 2007 ; Goldstone & Kersten, 2003).

Après avoir étudié la nature et la structure des concepts, la partie suivante s'intéressera à comprendre comment se fait l'apprentissage des concepts.

## 2. Comment naissent les concepts ?

L'apprentissage de concepts fait référence au développement de la capacité à extraire du monde qui nous entoure, les caractéristiques communes ainsi que les différences entre les objets, les personnes, les événements, etc. Cela nécessite de se focaliser sur les attributs pertinents et d'ignorer ceux qui ne sont pas pertinents. Par exemple, un livre de poche et une édition cartonnée sont tous les deux des livres. Mais une pile de papier n'est pas un livre. Quel est l'attribut pertinent pour définir le concept de livre ? La présence d'une reliure. Malheureusement, la majorité des concepts ne peuvent pas être identifiés sur la base d'un seul attribut pertinent. Devant la multiplicité des découpages catégoriels possibles parmi les objets du monde, quels indices l'individu utilise-t-il pour créer les catégories ? Sur quelle base les équivalences entre les différents éléments du monde s'établissent-elles ? Par quels processus les individus acquièrent-ils les concepts ? De nombreuses recherches chez le bébé et chez l'enfant ont permis de comprendre que l'acquisition des concepts s'effectue progressivement au cours de l'enfance. La catégorisation se met en place très précocement pour devenir peu à peu plus élaborée et plus efficace.

Les nombreux travaux sur le développement de la catégorisation chez l'enfant s'accordent sur un point : la capacité à catégoriser a une **origine perceptive** (Bonthoux, Berger & Blaye, 2004 ; French, Mareschal, Mermillod & Quinn, 2004 ; Behl-Chadha, 1996). Avant la mise en place de la coordination entre la vision et la préhension (entre 3 et 5 mois), les bébés sont capables de former des représentations catégorielles d'objets à partir de la détection des régularités perceptives visuelles, statiques et dynamiques (Arterberry & Bornstein, 2001). Ces représentations catégorielles concernent d'abord les êtres humains et les animaux puis éventuellement les objets fabriqués. Ces représentations se forment pendant un temps assez court (le temps de l'expérimentation). La capacité des bébés à former des représentations catégorielles dépend à la fois du degré de similarité au sein de la catégorie et de la distinctivité entre les différentes catégories.

Une des questions posée par les chercheurs est de savoir si les enfants catégorisent d'abord au niveau global, super-ordonné (par exemple en formant une catégorie *animaux à quatre pattes*) avant de former des catégories plus fines (par exemple, *les chats* et *les chiens*), ou bien si au contraire les

enfants commencent par catégoriser au niveau de base (par exemple en différenciant les chats et les chiens sur la base de la présence ou l'absence de moustaches) avant de regrouper les chats et les chiens dans une catégorie super-ordonnée (par exemple, *les animaux à quatre pattes*). Il semblerait que les bébés de 2-3 mois accèdent d'abord à des catégories de niveau global (comparable au niveau super-ordonné de Rosch, 1978), par exemple en différenciant les animaux des meubles ou les animaux des véhicules). Ceci va à l'encontre de la primauté du niveau de base soutenu par Rosch *et al.* (1976). Puis vers 3-4 mois, les bébés catégorisent à un niveau plus spécifique (comparable au niveau de base de Rosch, 1978), par exemple en formant des représentations catégorielles perceptives de chats excluant les chiens ou encore de chaises excluant les tables (Eimas & Quinn, 1994 ; Behl-Chadha, 1996 ; Bonthoux, Berger & Blaye, 2004). En effet, dans les premiers mois, les bébés perçoivent assez mal les contrastes. Mais cette perception réduite leur donne une perception épurée de l'environnement qui leur permet de catégoriser plus facilement de manière globale, mais également de favoriser la catégorisation au niveau de base si la similarité intra-catégorielle est suffisamment élevée. Dans un second temps, l'amélioration de l'acuité visuelle leur permettrait une catégorisation plus fine au niveau de base qu'au niveau super-ordonné du fait d'une meilleure perception des détails.

D'un point de vue méthodologique, l'étude des catégories chez des bébés de cet âge utilise des mesures de fixation visuelle, reposant sur le fait que l'attention visuelle des bébés est souvent attirée par ce qui est nouveau (Bonthoux, Berger & Blaye, 2004). Le principe est de présenter successivement au bébé des séries de paires d'images d'une même catégorie (par exemple des photographies de chats), variant selon plusieurs dimensions (couleur, taille, position, etc.). Si le bébé a détecté des attributs communs aux différents exemplaires de la catégorie *chat*, on s'attend à ce que son attention diminue progressivement. On présente ensuite au bébé une nouvelle paire d'images constituée d'un nouveau chat (exemplaire nouveau de la même catégorie) et, par exemple, d'un oiseau (exemplaire d'une nouvelle catégorie). On s'attend alors à ce que le regard du bébé soit plus longtemps attiré par l'oiseau que par le chat, qui devrait être assimilé aux exemplaires de chats vus précédemment.

A partir de 5-6 mois, le bébé commence à attraper les objets et devient capable de contrôler visuellement ses actions. Les informations issues des actions sur les objets, ainsi que les interactions sociales avec son entourage, verbales ou non, lui permettent d'accéder à d'autres propriétés de l'objet. Les méthodes utilisées avec les bébés, âgés de 6 mois et plus, s'appuient donc sur une activité d'exploration manuelle. Les trois tâches principales sont la tâche d'**exploration manuelle**, la tâche de **toucher séquentiel** et la tâche d'**imitation généralisée** (Bonthoux, Berger & Blaye, 2004). La *tâche d'exploration manuelle* est fondée sur le même principe que la tâche de fixation visuelle mais s'intéresse au temps pendant lequel le bébé explore manuellement les objets tridimensionnels proposés. La *tâche de toucher séquentiel* est équivalente à une tâche de tri d'objets. Le bébé se voit présenter plusieurs objets tridimensionnels en même temps, provenant de deux catégories différentes

(par exemple des voitures et des chiens) et il est laissé libre d'explorer visuellement et manuellement les objets. Si le bébé perçoit des contrastes entre les deux catégories, on s'attend à ce que sa conduite exploratoire des objets ne soit pas aléatoire mais implique des périodes assez longues de touchers successifs d'objets appartenant à la même catégorie. Enfin, la *tâche d'imitation généralisée* s'appuie sur la tendance qu'ont les enfants à imiter les choses qu'ils ont comprises. Le principe est de présenter à l'enfant un objet (par exemple un chien) et à mimer une action avec cet objet (par exemple l'action de faire boire le chien dans une tasse). Puis l'enfant reçoit la tasse et est amené à généraliser cette action sur deux autres objets (par exemple un autre chien et un oiseau, ou un oiseau et une voiture). Il s'agit alors d'identifier sur quel objet l'enfant généralise préférentiellement l'action.

Globalement, les résultats des expériences menées avec ces différentes tâches confirment que les bébés commencent par catégoriser à un niveau global puis à des niveaux de plus en plus précis. Dès 7 mois, les bébés commencent à faire des distinctions entre des hommes et des animaux, ou encore entre des animaux et des véhicules, puis par exemple entre des animaux terrestres et des animaux marins (Oakes, Plumert, Lansink & Merryman, 1996 ; Oakes, Coppage & Dingel, 1997 ; Mandler & McDonough, 1993, 1998a ; Pauen, 2002). Cependant, la catégorisation à des niveaux plus spécifiques ne se fait que si le contraste entre les catégories est fort, suggérant encore à ce stade l'importance des caractéristiques perceptives. De plus, dès 14-15 mois, les bébés sont capables de généraliser des actions, ce qui suggère que la catégorisation est guidée par des connaissances sur les catégories (conceptuel). La généralisation se fait d'abord sur des actions assez globales (par exemple, l'action de boire est généralisée d'un animal à un autre, ou transporter des personnes est généralisé d'un véhicule à un autre), puis sur des actions de plus en plus spécifiques (par exemple l'action de manger un os est généralisée d'un chien à un autre) (Mandler & McDonough, 1996, 1998b, Poulin-Dubois, Frenkiel-Fishman, Nayer & Johnson, 2006). Cependant, les auteurs ne s'accordent pas sur un aspect du développement de la catégorisation : comment se fait le passage des **catégories perceptives aux catégories conceptuelles**. Certains (Mandler, 1992, 2000, 2003) avancent une rupture entre les représentations perceptives et conceptuelles, qui se ferait par l'intermédiaire d'une restructuration des représentations perceptives initiales due à l'utilisation d'un traitement plus attentionnel et contrôlé. Dans un premier temps, le processus de catégorisation serait très automatique et permettrait de regrouper les objets qui se ressemblent perceptivement, mais l'information ne serait pas accessible à la conscience. Dans un second temps, le processus de catégorisation deviendrait plus attentionnel grâce à une analyse consciente de l'objet. La catégorisation serait alors conceptuelle. Pour d'autres auteurs (Bonthoux, Berger & Blaye, 2004 ; Quinn & Eimas, 1996, 2000 ; Madole & Oakes, 1999 cités par Bonthoux, Berger & Blaye, 2004), le passage des représentations catégorielles perceptives aux représentations catégorielles conceptuelles se ferait de façon continue, grâce au développement des capacités attentionnelles, perceptives, motrices et linguistiques de l'enfant. Ceci permettrait à l'enfant d'accéder à des propriétés des objets plus abstraites, telles que les propriétés fonctionnelles ou le

contexte de rencontre des objets, qui viendraient s'ajouter aux informations perceptives et permettraient l'élaboration de catégories conceptuelles. Il semble que la tendance actuelle soit plutôt en faveur de cette seconde approche du développement de la catégorisation et de la conceptualisation.

Avec l'accès au langage, à partir de 18-24 mois, d'autres méthodes s'appuyant sur des indicateurs verbaux sont utilisées pour comprendre comment l'enfant catégorise les objets qui l'entourent. La tâche d'**appariement d'images** en est un exemple. Le principe est de présenter à l'enfant une cible (qui peut être un objet tridimensionnel ou un dessin d'objet), puis de lui présenter deux autres objets ou dessins. L'enfant doit choisir parmi ces deux objets, lequel « va le mieux avec la cible ». La tâche de **tri**, qui consiste à présenter à l'enfant plusieurs objets en même temps et à lui demander de mettre ensemble ceux « qui vont bien ensemble », est également utilisée. Une autre tâche, la tâche d'**induction** ou de **généralisation de propriétés**, permet de déterminer si l'enfant est capable de faire des inférences à partir de ses connaissances des objets de la catégorie. Le principe est de présenter à l'enfant un objet A (par exemple un chat), accompagné d'une information concernant cet objet (par exemple : « ce chat peut voir dans le noir »). L'enfant doit dire si la propriété de l'objet A s'applique à d'autres objets qui lui sont proposés, qui peuvent ou non être perceptivement similaires à l'objet A et qui peuvent ou non appartenir à la même catégorie que l'objet A.

Peu à peu, les enfants apprennent à catégoriser de multiples façons : selon la similarité perceptive des objets (forme générale ou parties de l'objet, texture, etc.), selon l'appartenance à un événement ou une scène donnée (objets du petit-déjeuner, du cirque, etc.), selon l'appartenance à une catégorie taxonomique à divers niveaux. La catégorisation devient également flexible, c'est-à-dire que les enfants deviennent capables d'envisager l'appartenance catégorielle d'un même objet à diverses catégories selon le contexte et dans certaines conditions (Bonthoux, Berger & Blaye, 2004).

Si toutes les étapes du développement de la catégorisation chez l'enfant ne sont pas encore parfaitement comprises, il semble clair que l'enfant commence par former des catégories d'objets sur la base d'informations **perceptives** avant d'intégrer d'autres types d'informations lui permettant d'élaborer peu à peu des catégories plus abstraites, **conceptuelles**. Mervis, Johnson et Scott (1993) insistent cependant sur le fait que les informations perceptives et conceptuelles restent étroitement liées, et ceci de deux façons. D'une part, les informations perceptives influencent les connaissances de l'individu. Elles sont essentielles dans les jugements de similarité entre les éléments à catégoriser et sont à la base des catégories conceptuelles. D'autre part, les informations conceptuelles influencent la façon de percevoir des individus et donc de catégoriser, entre autre par la sélection de caractéristiques pertinentes permettant de faire des distinctions plus fines entre les différents éléments d'une catégorie.

Nous allons maintenant voir que cette approche est transposable chez l'adulte et que l'évolution de la catégorisation chez l'enfant, du perceptif vers le conceptuel, peut être mise en parallèle avec l'évolution de la catégorisation chez l'adulte lors du développement de l'expertise dans un domaine donné.

### 3. Effet de l'expertise sur la catégorisation

Dès les premières études sur la structure des concepts, les psychologues se sont vite aperçus qu'un des facteurs influençant la façon dont les individus forment des concepts était l'**expertise**. Pour exemple, Rosch *et al.* (1976), dans leur démonstration de la primauté du niveau de base, soulignent la contribution possible des différences individuelles dans l'organisation des catégories : « Différents niveaux de connaissance des objets peuvent changer le système de catégorisation. Ainsi, les experts dans certains domaines de connaissance se servent d'attributs qui sont ignorés par une personne moyenne. » Les recherches s'intéressant à l'effet de l'expertise sur la catégorisation et les représentations mentales se sont progressivement développées dans des domaines très variés (pour une revue, voir Vicente & Wang, 1998), comme nous allons le voir maintenant. Malgré la diversité des expertises étudiées, de nombreux résultats se recoupent et il est possible d'extraire de ces études des grandes caractéristiques de l'effet de l'expertise sur la catégorisation.

Une des différences les plus importantes concerne la nature même des représentations formées par les individus : les experts ont tendance à former des représentations mentales sur la base de **critères complexes, abstraits** alors que les novices forment plutôt des représentations mentales sur la base de **critères concrets**, de caractéristiques de surface. Une des premières études à avoir mis en évidence l'organisation des représentations mentales des experts est celle de Chase et Simon (1973), répliquant une autre étude de de Groot (1965) dans laquelle ce dernier montrait que des experts en échecs étaient capables de reconstruire des plateaux de jeu d'échec après les avoir vu seulement 5 secondes. Chase et Simon ont mis en évidence que les associations de pièces d'échec reconstruites par les joueurs correspondaient à des associations de pièces formant des configurations d'attaque ou de défense, suggérant que les joueurs ne retiennent pas les pièces une par une mais construisent une représentation abstraite du jeu dans laquelle les positions de chaque pièce forment une configuration ayant un sens au niveau du jeu d'échec. Ces résultats ont été reproduits de nombreuses fois dans des domaines d'expertise très variés. Reitman (1976) a également trouvé que les joueurs de Go forment des représentations mentales fondées sur des configurations d'attaque et de défense sur le plateau de jeu. La cohérence des structures des représentations formées par les experts a été récemment démontrée dans le domaine du vin par Hughson et Boakes (2002). Les auteurs ont présenté aux participants des descriptions de vins, chacune composée de six termes. Deux types de descriptions ont été présentés :

des descriptions variétales correspondantes à différents cépages de vins et des descriptions n'ayant aucun sens, construites en recombinaison des termes utilisés dans les descriptions variétales. La tâche des participants consistait à se rappeler un maximum de termes des descriptions présentées. Les experts se sont révélés meilleurs que les novices pour les descriptions variétales mais à l'inverse, les novices ont obtenu de meilleures performances pour les descriptions recombinaisonnées, suggérant que les représentations mentales des experts en vin reposent largement sur les cépages.

Dans le domaine de la programmation informatique, McKeithen, Reitman, Rueter et Hirtle (1981) ont trouvé que les termes utilisés dans les langages de programmation étaient groupés par concepts par des programmeurs intermédiaires et par ordre alphabétique par des programmeurs novices. Adelson (1981, 1984) confirme que les experts comme les novices forment des catégories conceptuelles des éléments d'un langage de programmation informatique, mais les catégories formées par les deux types de participants sont différentes. Les novices forment des représentations concrètes des programmes, définies par comment fonctionne un programme (c'est-à-dire les lignes de programmation), mais les éléments d'une catégorie ne sont pas reliés les uns aux autres d'une façon très organisée. À l'inverse, les représentations des programmes formées par les experts sont plus abstraites, définies par ce que fait un programme (en termes de résultat accompli) et sont organisées de façon hiérarchique. Des résultats similaires ont été mis en évidence dans les domaines mathématique et physique. Chi, Feltovich et Glaser (1981) ont utilisé une tâche de tri libre avec des experts et des novices en physique dans laquelle les participants devaient regrouper des problèmes physiques sur la base des similarités de leurs solutions. Les participants n'étaient pas autorisés à résoudre les problèmes pour réaliser cette tâche. Les auteurs ont trouvé que les experts et les novices ne catégorisaient pas les problèmes de la même façon. Les novices ont catégorisé les problèmes sur la base de critères de surface : ils ont regroupé des problèmes se référant à un même objet (par exemple, les problèmes mettant en œuvre des plans inclinés) ou des problèmes mentionnant les mêmes termes physiques (par exemple, les termes « friction » ou « centre massique »). Les justifications données par les novices confirment qu'ils ont catégorisé selon des critères de surface, typiquement en opposant les problèmes impliquant des « objets qui tournent » à des problèmes impliquant des « blocs ou des plans inclinés ». Les experts, quant à eux, ont catégorisé sur la base des principes physiques gouvernant les solutions des problèmes, en regroupant par exemple les problèmes pouvant être résolus en appliquant la loi de conservation de l'énergie ou ceux pouvant être résolus grâce à la seconde loi de Newton. Des résultats similaires ont été observés par Lewis (1981), qui s'est intéressé aux solutions des problèmes algébriques données par des experts et des novices. Il a montré que les experts restructurent souvent les termes du problème d'origine d'une façon plus abstraites, alors que les novices ne restructurent jamais les termes. Selon, Larkin (1985), la résolution d'un problème, physique ou autre, est impossible sans compréhension du problème, c'est-à-dire sans la construction d'une représentation cohérente du problème permettant à l'individu d'arriver au résultat désiré. C'est pourquoi les représentations des experts sont composées

d'éléments ayant des significations fortes en sciences alors que les novices construisent des représentations dites « naïves » des problèmes, composées d'éléments qui leur sont familiers, liés à leur vie quotidienne.

La catégorisation intervient également dans le domaine de la médecine clinique puisque diagnostiquer revient à catégoriser. C'est par l'affectation des symptômes à une catégorie donnée de syndromes que le diagnostic est réalisé par le médecin et que des actions à mener pour soigner le patient peuvent ensuite être envisagées. Il n'est donc pas étonnant que les psychologues se soient également penchés sur les différences entre les experts (médecins) et les novices dans ce domaine. Krol, De Bruyn et van den Bercken (1992) ont ainsi comparé les processus cognitifs utilisés par des experts et des novices lors de tâches de catégorisation de diagnostics concernant les troubles comportementaux de l'enfant. Deux types de tâches de tri ont été testés. La première tâche consistait à catégoriser de nouveaux syndromes dans un système de catégorisation des syndromes préexistant. La seconde tâche consistait à catégoriser librement les syndromes contenus dans le système de catégorisation préexistant. Lors de ces tâches de tri, il était demandé aux participants de réfléchir à voix haute. Les protocoles de réflexion à voix haute ont été enregistrés et codés en sept opérations cognitives différentes. Les auteurs ont trouvé que cinq de ces sept opérations sont utilisées avec des fréquences différentes par les experts et les novices. L'expérience des experts les conduit à modifier leur processus de raisonnement en se questionnant, en résumant et en étiquetant les problèmes comportementaux davantage pendant la tâche. De plus, le type de tâche de catégorisation (libre ou imposée) modifie l'utilisation de ces opérations cognitives. Par ailleurs, dans une troisième tâche, les experts et les novices devaient noter la typicalité de différents symptômes comportementaux. Aucune différence entre les experts et les novices n'a été mise en évidence à ce niveau. En outre, aucun effet de l'expertise sur les catégorisations obtenues n'a été mis en évidence, suggérant que la structure cognitive des experts n'est pas différente de celle des novices. Les auteurs discutent leurs résultats en relation avec le modèle de Kolodner et Simpson (1986) sur l'apprentissage de l'expertise. Selon ces derniers, l'apprentissage d'un expert nécessite une expérience incluant des feedbacks. Or dans le domaine des maladies mentales, les spécialistes seraient rarement amenés à se questionner et à corriger les résultats de leurs diagnostics. De plus, selon Krol et ses collaborateurs, une base appropriée de connaissances très spécifiques au domaine est indispensable pour l'apprentissage de l'expertise, base qui, dans le domaine de la psychologie clinique, serait encore en construction. Toujours dans le domaine de la psychologie clinique, Horowitz, Wright, Lowenstein et Parad (1981) ont étudié les différences entre des experts et des novices dans la définition des prototypes de trois catégories de diagnostics de dépression de l'enfant. Les auteurs ont identifié trois catégories de maladies mentales de l'enfant (les enfants agressifs-impulsifs, les enfants dépressifs-en retrait et les enfants désorganisés) et ont demandé à trois groupes de participants de niveaux d'expertise différents de décrire les caractéristiques de ces trois types d'enfants. Les trois groupes étaient composés respectivement d'experts, d'intermédiaires

possédant une faible expérience clinique et de novices ne possédant aucune expérience. Globalement, les caractéristiques citées par les trois groupes de participants sont assez similaires. Bien que les experts citent plus de caractéristiques que les deux autres groupes de participants, les termes cités par le groupe de niveau intermédiaire et le groupe de novices sont systématiquement compris dans ceux cités par les experts. Cependant, les novices utilisent systématiquement deux caractéristiques non citées par les experts (les novices pensent que les enfants « agressifs » imaginent qu'ils ne sont pas aimés et qu'ils sont à la recherche d'attention). Pour les auteurs, ceci traduit des différences conceptuelles entre les participants d'expertise différente, différences qui auront probablement un impact sur la façon dont ces participants traiteront les enfants similaires à ces prototypes d'enfants dépressifs. Dans une étude assez similaire, Murphy et Wright (1984) ont trouvé que des experts (cliniciens) décrivaient différentes catégories de désordres psychologiques avec plus d'attributs que des novices mais que la distinction entre les catégories diminue avec l'expertise. Pour les auteurs, ce dernier résultat traduit une vision plus « réaliste » des différents concepts. Lorsque les individus apprennent de nouveaux concepts, ils commencent par s'intéresser aux caractéristiques distinctives qui permettent de les différencier des autres concepts, puis avec l'expérience, ils découvrent les caractéristiques communes aux différents concepts et acquièrent une vision plus réaliste.

Dans d'autres domaines très variés, ces différences de représentations (abstraites vs. concrètes) entre les experts et les novices ont également été observées. Means et Voss (1985) se sont intéressés aux représentations d'experts et de novices de différents âges de l'histoire du film Star Wars. Ils ont mis en évidence que globalement, les experts ont une représentation plus abstraite et plus hiérarchisée du film que les novices (même s'il existe un effet de l'âge au sein des groupes experts et novices). Les experts analysent en particulier l'histoire du film en termes de schéma de conflits internationaux alors que les novices interprètent l'histoire en référence à un conflit militaire entre « des bons et des méchants ». Chatard-Pannetier, Brauer, Chambres et Niedenthal (2002) ont comparé les représentations mentales et les catégorisations d'experts et de novices dans le domaine des meubles d'antiquité. Dans une des épreuves de l'étude, des photos de fauteuils d'antiquité étaient présentées aux participants qui devaient évaluer à quel point chacun des fauteuils constituait un bon exemple d'un fauteuil d'antiquité. En reliant ces évaluations aux caractéristiques des fauteuils selon quatre critères, les auteurs ont montré que pour les experts, la structure de la catégorie « fauteuils d'antiquité » s'appuie sur davantage de critères et sur des critères plus conceptuels (par exemple, l'époque du fauteuil ou sa similarité avec des meubles modernes) que pour les novices. Shafto et Coley (2003) ont comparé des étudiants (novices) et des pêcheurs professionnels lors d'une tâche de tri de photos d'animaux marins. Les étudiants se sont principalement appuyés sur l'apparence des créatures marines pour catégoriser les photos alors que les professionnels ont groupé les créatures sur la base des niches écologiques, suggérant une connaissance et une compréhension des réalités écologiques. Lynch, Coley et Medin (2000) se sont intéressés à l'organisation interne de la catégorie « arbres » chez des personnes d'expériences variées.

En particulier, ils ont étudié la structure graduée de la catégorie, c'est-à-dire l'organisation des éléments de la catégorie du plus typique au moins typique. Les auteurs ont demandé à des personnes novices et à des experts de trois types (des taxonomistes, des paysagers et des personnes s'occupant de la maintenance de parcs) de noter la typicité et leur familiarité pour 48 espèces d'arbres différentes. Il est ressorti que pour les novices, la structure graduée de la catégorie « arbres » est surtout liée à leur familiarité vis-à-vis des espèces d'arbres, et dans une moindre mesure à des caractéristiques perceptives (telles que la forme de l'arbre par exemple). Pour les experts, la structure graduée de la catégorie peut être principalement prédite par des dimensions idéales, en particulier ici la hauteur et la fragilité des arbres. Enfin, dans un autre domaine très différent, Augustin et Leder (2006) ont comparé les concepts de tableaux d'art contemporain de participants experts en art et de novices à l'aide d'une tâche de tri hiérarchique. Les participants ont catégorisé les tableaux d'abord en deux groupes, puis chacun des deux groupes a à nouveau été divisé en deux sous-groupes et ainsi de suite jusqu'à ce que le participant ne souhaite plus subdiviser ses groupes. A chaque étape, les participants devaient donner un attribut caractérisant chaque groupe formé. Conformément aux autres études, les auteurs ont trouvé que les experts se référaient beaucoup au style des tableaux pour catégoriser, alors que les novices se basaient davantage sur leur expérience personnelle en termes de ressenti. Cet effet a également été observé dans un domaine sensoriel, ici le domaine du vin. En utilisant une tâche de tri sur des vins blancs issus de différents cépages, Solomon (1997) a mis en évidence que des experts catégorisaient les vins différemment de participants de niveau intermédiaire et de novices. De plus, les raisons fournies par les experts pour justifier leurs regroupements étaient les cépages supposés des vins. Aucun participant intermédiaire ou novice n'a mentionné le cépage pour expliquer sa catégorisation. Les raisons fournies sont uniquement des caractéristiques perceptives des vins, telles que *sucré* ou *fruité*. Selon Solomon, ces résultats suggèrent que l'acquisition de l'expertise dans le domaine du vin entraîne un changement du système de catégorisation fondé sur la façon dont les similarités sont jugées.

Toutes ces études illustrent une caractéristique importante de l'expertise : les experts forment des représentations mentales **abstraites** alors que les représentations des novices sont plus **concrètes**. Lors d'une tâche de catégorisation, les experts se fondent donc sur des critères plus complexes et abstraits pour former leurs groupes alors que les novices utilisent plutôt les caractéristiques de surface des éléments à catégoriser.

Un autre effet de l'expertise sur la catégorisation est la **hiérarchisation des catégories** formées par les experts. Dans de nombreuses études utilisant une tâche de tri hiérarchique, les auteurs retrouvent le même résultat : les experts ont tendance à davantage hiérarchiser leurs catégories, c'est-à-dire à faire plus de catégories super-ordonnées et subordonnées que les novices. De plus, à un niveau donné de catégorisation, les experts font davantage de groupes que les novices. Par exemple, dans leur étude sur

les meubles d'antiquité, une des épreuves organisées par Chatard-Pannetier *et al.* (2002) consistait en une tâche de tri sur des photos de fauteuils d'antiquité. La première étape de cette tâche consistait en un tri libre. Dans une deuxième étape, les participants devaient regrouper les catégories qu'ils venaient de former et ceci de façon répétée jusqu'à qu'ils ne souhaitent plus faire de regroupements supplémentaires. Dans la dernière étape, à partir des groupes initiaux constitués lors de la première étape de tri libre, les participants devaient faire des sous-groupes de photos, et ceci de façon répétée autant de fois qu'ils le souhaitaient. Les auteurs ont trouvé que les experts en meubles d'antiquité effectuaient davantage de niveaux super-ordonnés et de niveaux subordonnés, et que lors de la première étape de tri libre, les experts avaient formé plus de groupes que les novices, mettant en évidence des représentations des fauteuils d'antiquité plus structurées et plus hiérarchisées que les novices. Ceci a également été observé par Augustin et Leder (2006) qui ont utilisé une tâche de catégorisation très similaire à celle de Chatard-Pannetier *et al.* (2002). Les participants experts et novices devaient d'abord séparer les tableaux qui leur étaient présentés en deux groupes. Puis il leur était demandé de diviser chaque groupe précédemment formé en deux sous-groupes, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'ils ne souhaitent plus faire de subdivisions. Là encore, il est apparu que les experts en art formaient davantage de groupes que les novices et qu'ils ont davantage subdivisé les tableaux, suggérant une représentation des œuvres d'art contemporain plus hiérarchisée pour les experts que pour les novices. En revanche, Chi, Feltovich et Glaser (1981) n'ont pas trouvé de différence de nombre de groupes formés par les experts et les novices dans leur tâche de catégorisation de problèmes physiques.

Cet effet de hiérarchisation a particulièrement été étudié par Tanaka et Taylor (1991) qui ont cherché à évaluer si le niveau de base de catégorisation n'était pas modifié par l'expérience. Dans une première expérience, les auteurs ont demandé à des experts en chiens et en oiseaux de lister les caractéristiques pour des catégories de niveau super-ordonné (catégorie *animaux*), de niveau de base (catégories *oiseaux* et *chiens*) et de niveau subordonné (par exemple, pour les chiens *colley*, *doberman* ou *caniche*). Les experts en chiens et en oiseaux ont été capables de citer autant d'attributs pour les catégories subordonnées que pour les catégories de niveau de base, mais uniquement dans leur domaine d'expertise respectif. Des résultats similaires ont été trouvés dans une deuxième expérience dans laquelle les participants devaient nommer le plus rapidement possible les animaux qui leur étaient présentés sur des photos. Les experts ont utilisé plus fréquemment les noms au niveau subordonné (par exemple, *caniche*) que les noms au niveau de base (par exemple, *chien*). Dans une dernière expérience, les participants devaient vérifier le plus rapidement possible l'appartenance catégorielle de différents exemplaires de chiens et d'oiseaux à différents niveaux hiérarchiques. Par exemple, les participants se voyaient présenter une photo d'un chien *colley* associée au mot « colley » ou au mot « chien » et devaient dire si la photo correspondait au nom associé. Les résultats ont montré que les experts vérifiaient l'appartenance catégorielle aussi vite au niveau subordonné qu'au niveau de base.

Les auteurs ont interprété leurs résultats comme une facilitation de l'accès au niveau subordonné avec le développement de l'expertise.

Ainsi, l'ensemble de ces études montrent que les connaissances acquises par les experts dans leur domaine modifient leurs représentations mentales qui deviennent plus abstraites, plus précises et plus hiérarchisées. Des **tâches de catégorisation** telle que la tâche de tri sont un moyen d'accès à ces représentations mentales. En effet, lors d'une telle tâche, les novices, qui ne possèdent aucune connaissance, vont utiliser des critères facilement accessibles tels que les similarités perceptives pour regrouper les objets et former des catégories. Les experts vont être influencés par leurs concepts et vont utiliser des critères plus abstraits, non perceptibles facilement, pour former leurs catégories. Dans le cas des novices, la catégorisation est dirigée par un processus ascendant appelé **bottom-up** : ils catégorisent sur la base de leurs perceptions. Dans le cas des experts, la catégorisation est dirigée par un processus descendant appelé **top-down** : leur catégorisation est guidée par leurs concepts.

Une étude récente de Ballester *et al.* (2008) illustre bien ces effets dans le domaine du vin. Les auteurs ont comparé les catégorisations de l'odeur de vins issus de deux cépages différents (Chardonnay et Melon de Bourgogne) par des experts en vin et des novices. Dans une première épreuve, les participants ont réalisé une tâche de tri libre sur 20 vins (10 vins Chardonnay et 10 vins Melon de Bourgogne). Les résultats montrent une séparation claire des vins de Chardonnay et de Melon de Bourgogne pour les experts, suggérant une catégorisation s'appuyant sur le cépage des vins. Les groupes de vins observés pour les novices sont moins clairement séparés selon les cépages, suggérant que les novices ont eu du mal à distinguer les vins de Chardonnay des vins de Melon de Bourgogne. Dans une seconde épreuve, les participants ont évalué la typicité des différents vins sur une échelle allant de « Pas du tout typique d'un vin de Chardonnay/Melon de Bourgogne » à « Très typique d'un vin de Chardonnay/Melon de Bourgogne ». Les résultats font apparaître davantage de consensus entre les experts qu'entre les novices sur la typicité des vins. De plus, alors que les résultats des novices ne montrent pas de séparation claire entre les deux types de vins, les experts ont globalement jugé que l'odeur des vins de Chardonnay comme étant de meilleurs exemples des vins de Chardonnay et inversement, ils ont jugé l'odeur des vins de Melon de Bourgogne comme étant plus typique des vins de Melon de Bourgogne. L'ensemble des résultats de cette étude suggèrent que les experts, contrairement aux novices, ont développé deux concepts séparés de Chardonnay et de Melon de Bourgogne, dont les frontières ne sont pas clairement définies. Selon les auteurs, la perception des experts a pu être améliorée par des processus top-down dans lesquels les connaissances des différents cépages de vins affecteraient les jugements de similarités. Les connaissances des experts leur permettraient de se focaliser sur des critères individuels pertinents permettant une meilleure différenciation des vins. Des arguments similaires sont avancés par Solomon (1997) pour expliquer que les experts en vins catégorisent explicitement les vins par cépage et non les novices. Selon lui, ce

résultat n'est pas étonnant puisqu'un des travaux des experts consiste à identifier les cépages qui constituent un vin. Ces connaissances conceptuelles des vins qu'ont les experts expliquent que les experts et les novices n'attribuent pas la même importance aux caractéristiques perceptives des vins lorsqu'ils déterminent leur appartenance catégorielle.

Pour résumer cette partie, nous pouvons reprendre les cinq caractéristiques relatives à la catégorisation des experts relevées par Honeck, Firment et Case (1987). Tout d'abord, les experts développent des catégories plus abstraites que les novices qui catégorisent davantage sur la base de caractéristiques de surface. Ensuite, lors de la résolution d'un problème, les aspects jugés pertinents par les experts et par les novices sont différents. Les experts se fondent davantage sur des caractéristiques de second ordre, c'est-à-dire qu'ils se détachent davantage du problème initial, notamment en l'extrayant de son contexte. La troisième caractéristique avancée par les auteurs est que les experts utilisent des concepts plus larges que les novices pour stocker l'information, et ces concepts sont souvent plus hiérarchisés. La quatrième caractéristique est que les connaissances des experts sont plus complètes et plus intégrées que celles des novices. Enfin, la dernière caractéristique avancée par les auteurs est la structure graduée des catégories des experts, en comparaison à celle des novices.

#### 4. Conclusion et problématique de la thèse

Comme nous venons de le voir, la catégorisation et les représentations mentales d'experts et de novices ont été beaucoup étudiées dans des domaines aussi variés que la médecine clinique, la résolution de problèmes physiques ou encore l'art. En revanche, peu de travaux se sont intéressés aux représentations mentales des aliments et boissons et à la façon dont les individus catégorisent leurs perceptions selon leur degré d'expertise. Depuis une dizaine d'années, quelques chercheurs se sont penchés sur cette question et ont concentré leur attention sur l'expertise du vin (Solomon, 1997 ; Hughson, 2003 ; Hughson & Boakes, 2001, 2002 ; Ballester *et al.*, 2005, 2008). Les résultats trouvés dans ces études sont très similaires à ceux mis en évidence dans d'autres domaines. Toutefois, ils se limitent à un seul domaine d'expertise : l'expertise en vin. De plus, à l'exception de Solomon (1997) qui a introduit un groupe de participants de niveau intermédiaire dans l'une de ses expériences, les études citées ci-dessus ont systématiquement comparé des experts professionnels et des novices. Or, comme nous l'avons précisé dans l'introduction générale, il existe **plusieurs types d'expertise**, chacune d'elles reposant sur des compétences intellectuelles, techniques et sensorielles différentes par rapport à un aliment ou une boisson donné. On peut alors se demander si ces différents experts possèdent les mêmes représentations mentales et catégorisent de la même façon que des novices. La seconde interrogation découle de la première : comment les représentations mentales se mettent-elles en place avec le développement de l'expertise et quels facteurs sont impliqués dans ces changements conceptuels ? Enfin, plus globalement, les modèles de catégorisation issus de la littérature de

psychologie cognitive peuvent-ils s'appliquer aux catégories sensorielles ? La bière est un produit stable qui représente un modèle idéal pour répondre à ces questions, dans la mesure où il existe différentes catégories de bières et différents types d'expertise.

Notre approche a été de comparer entre elles et par rapport à un groupe contrôle de novices, des personnes possédant des expertises de la bière variées. Nous nous sommes pour cela appuyés sur des méthodes similaires à celles utilisées pour comprendre l'acquisition des catégories chez les enfants, telles que des tâches d'appariement ou de tri. Quatre études ont ainsi été réalisées au cours de cette thèse. Chacune d'elle fera l'objet d'un chapitre. La première étude (Chapitre 1) a évalué l'impact d'un entraînement sensoriel sur la catégorisation des bières, en comparant des participants entraînés et des novices dans deux conditions de dégustation différentes : en condition normale et à l'aveugle. La deuxième étude (Chapitre 2) a comparé les catégorisations perceptives et conceptuelles des participants entraînés et de brasseurs. La troisième étude (Chapitre 3) s'est intéressée à une catégorie de bières en particulier : les bières trappistes. La catégorisation sensorielle de cette catégorie *a priori* conceptuelle a été évaluée chez des participants entraînés, des participants familiers des bières trappistes et des participants novices. La dernière étude (Chapitre 4) a évalué la possibilité d'un apprentissage de catégories sensorielles chez des novices, par une exposition répétée à des bières de différentes catégories. Enfin, le dernier chapitre discute les résultats obtenus dans les quatre études précédentes.

# **Chapitre 1**

---

## **Effet de l'entraînement sensoriel sur la catégorisation des bières**

## 1. Introduction

Comme nous l’avons exposé dans la revue bibliographique, des études sur l’expertise du vin ont mis en évidence l’importance de l’organisation des connaissances des experts et son influence sur les perceptions (Solomon, 1997 ; Hughson & Boakes, 2002 ; Ballester *et al.*, 2005, 2008). Ces études ont suggéré que grâce à leurs connaissances du vin et à travers des expositions répétées à différents vins, les experts, contrairement aux novices, développent des représentations mentales des vins spécifiques et consensuelles. Cependant, aucune étude de ce type n’a été menée avec des **participants entraînés**. Bien qu’ils ne possèdent pas les connaissances techniques des experts professionnels, les panélistes entraînés dégustent de façon très régulière les produits au cours de séance d’entraînement sensoriel. De plus, au cours de ces séances d’entraînement, les participants entraînés reçoivent des informations concernant les produits qu’ils dégustent. Il est donc possible qu’à travers ces expositions répétées aux produits, les participants entraînés extraient des caractéristiques sensorielles communes à différents produits et développent des concepts différents de ceux des novices. On peut donc s’attendre à une modification des représentations mentales avec un entraînement sensoriel. Chollet et Valentin (2001, 2006) n’ont trouvé aucun effet de l’entraînement sur la catégorisation sensorielle des bières, mais ce résultat pourrait être dû à la courte durée de l’entraînement (11h et 15h respectivement) suivi par leurs participants. Pour vérifier cela, nous avons comparé les catégorisations sensorielles de participants entraînés sur la bière depuis plusieurs années avec celles de participants novices, afin d’évaluer si les entraînés ont développé des représentations mentales spécifiques et consensuelles par rapport aux novices. Nous avons pour cela utilisé des tâches de tri libre.

Comme expliqué dans l’introduction générale, il existe de très nombreux critères de catégorisation des bières dans le monde. Le critère le plus connu des consommateurs est certainement la couleur (bières blondes, brunes, ambrées, blanches), mais il existe d’autres catégorisations fondées sur l’origine géographique de la bière ou encore sur des critères plus techniques tels que le type de fermentation, la taille de la brasserie, etc. Dans cette étude, nous avons étudié l’effet de l’entraînement sensoriel sur deux critères de catégorisation différents : la **couleur** des bières et leur **brasserie** d’origine. Ces deux critères ont été testés dans deux conditions de dégustation différentes : **en aveugle** (dégustation des bières sans en voir la couleur) et en **condition visuelle** (condition normale de dégustation). Nous avons fait l’hypothèse que les participants novices catégoriseraient les bières selon des similarités perceptives uniquement alors que les participants entraînés utiliseraient davantage leurs connaissances générales des caractéristiques sensorielles des bières pour faire leurs groupes. Comme nous avons supposé que même à l’aveugle, la catégorisation des bières par couleur nécessitait moins de connaissances sensorielles que la catégorisation par brasserie (deux bières blondes semblant *a priori* plus proches sensoriellement qu’une bière blonde et une bière brune), nous avons fait l’hypothèse que les participants novices catégoriseraient les bières par couleur et les participants entraînés par

brasserie. De plus, les participants entraînés sont davantage habitués que les novices à déguster des bières sous lumière rouge et à focaliser leur attention sur l’odeur et le goût de la bière. Nous nous attendions donc à ce que dans la condition visuelle, la catégorisation des participants entraînés soit moins influencée par la couleur des bières que la catégorisation des novices. Ainsi, nous avons supposé que les différences de catégorisation entre les entraînés et les novices seraient plus importantes dans la condition visuelle que dans la condition en aveugle.

Finalement, comme il a déjà été mis en évidence une variabilité individuelle importante dans les tâches de catégorisation, la stabilité des données de catégorisation a été contrôlée dans la condition en aveugle de deux façons différentes. Tout d’abord, nous avons examiné la **stabilité intra-individuelle** en analysant la répétabilité des catégorisations de chaque participant sur quatre répétitions de la tâche de tri. Ensuite, nous avons examiné la **stabilité inter-individuelle** afin de vérifier l’accord entre les participants, d’une part en étudiant le consensus au sein des groupes des participants entraînés et des participants novices pour la première répétition de la tâche de tri, d’autre part en comparant les catégorisations de trois groupes de participants différents (un groupe d’entraînés et deux groupes de novices).

## 2. Matériel et méthodes

### 2.1. Participants

Dans la **condition visuelle**, deux groupes de participants ont réalisé l’expérience : un groupe de 17 participants entraînés (panel entraîné de l’Institut Supérieur d’Agriculture) et un groupe de 21 participants novices. Dans la **condition à l’aveugle**, trois groupes de participants ont réalisé l’expérience : un groupe de 13 participants entraînés (panel entraîné de l’ISA) et deux groupes de 18 (groupe A) et de 37 (groupe B) participants novices. Le panel entraîné de l’ISA est entraîné, à raison d’une heure par semaine depuis plusieurs années, à détecter et à identifier des arômes ajoutés dans des bières (amande, banane, beurre, caramel, chou, fromage, lilas, miel, pain, papier-carton, phénol, pomme et sulfite) et à évaluer l’intensité de composés généraux de la bière (amertume, astringence, sucré, alcool, houblon, malt, fruité; floral, épicé, pétillance et persistance) en utilisant une échelle linéaire non structurée (voir Annexe 1 pour plus de détail sur le panel). La composition du panel entraîné a été légèrement modifiée entre l’expérience dans la condition visuelle et celle dans la condition en aveugle, certaines personnes ayant quitté le panel et d’autres l’ayant intégré. Cependant, 11 panélistes étaient communs aux deux conditions. Les participants novices étaient des étudiants ou des salariés de l’Université Catholique de Lille et de l’Université de Bourgogne. Ils étaient uniquement consommateurs de bière et n’avaient aucun entraînement formel ou aucune expérience dans la description des bières. Le groupe A de novices comptaient 18 participants afin d’être comparé

au groupe de participants entraînés. Le groupe B de novices était plus important de façon à évaluer la stabilité entre les participants. Le nombre de participants, la proportion d’hommes et de femmes, l’âge moyen et le nombre moyen d’année d’entraînement pour les participants entraînés et novices dans chaque condition sont donnés dans le tableau 1.

**Tableau 1.** Composition des groupes de participants pour les deux conditions de dégustation.

	<b>Participants entraînés</b>	<b>Participants novices</b>	
<b>Condition visuelle</b>	17 participants	21 participants	
	7 femmes/10 hommes	7 femmes/14 hommes	
	Age moyen: 38.5 ans (26-56 ans)	Age moyen: 36.8 ans (22-60 ans)	
	Entraînement moyen: 3.6 ans (1-6.5 ans)		
		<b>Groupe A</b>	<b>Groupe B</b>
<b>Condition en aveugle</b>	13 participants	18 participants	37 participants
	5 femmes/7 hommes	5 femmes/13 hommes	15 femmes /22 hommes
	Age moyen: 34.6 ans (24-54 ans).	Age moyen: 29.3 ans (20-70 ans)	Age moyen: 25.6 ans (21-56 ans)
	Entraînement moyen: 3.4 ans (2-5 ans)		

## 2.2. Produits

Neuf bières commerciales ont été utilisées (notée PelfBL, PelfA, PelfBR, ChtiBL, ChtiA, ChtiBR, LeffBL, LeffA et LeffBR). Ces bières provenaient de trois brasseries différentes : *Pelforth* (notée Pelf), *Chti* (notée Chti) et *Leffe* (notée Leff) et chacune étant déclinée en trois couleurs : blonde (BL), brune (BR) et ambrée (A). Les bières ont été présentées dans des gobelets en plastique codés et servies à 10°C.

## 2.3. Procédure

### 2.3.1. Condition visuelle

L'expérience s'est déroulée au cours d'une session unique. Les participants étaient installés dans des cabines individuelles éclairées avec une lumière blanche. Ils recevaient les neuf bières en même temps. Il leur était d'abord demandé de sentir et de goûter chaque échantillon une fois dans l'ordre proposé (déterminé par un carré latin), puis ils étaient autorisés à sentir et à goûter les bières autant de fois qu'ils le souhaitaient et dans l'ordre qu'ils le souhaitaient. Ils devaient mettre ensemble les bières qui pour eux se ressemblaient. Aucune contrainte n'était donnée pour réaliser cette tâche de tri. Les participants étaient libres de faire autant de groupes qu'ils voulaient et de mettre autant de bières qu'ils voulaient dans chaque groupe. Ils disposaient de tout le temps qui leur était nécessaire. Ils avaient à leur disposition de l'eau minérale et des crackers pour se rincer la bouche entre les bières (Annexe 2).

### 2.3.2. Condition en aveugle

L'expérience s'est déroulée un an et demi avant l'expérience en condition visuelle. Les conditions expérimentales étaient les mêmes que celles décrites précédemment, excepté que les cabines étaient éclairées avec une lumière rouge obscurcie par du papier de soie noir de façon à masquer les différences de couleur entre les bières. Le groupe B de participants novices a réalisé l'expérience lors d'une session unique consistant en une tâche de tri libre sur les neuf bières, comme décrit précédemment. Les participants entraînés et le groupe A de participants novices ont réalisé quatre répétitions de cette tâche de tri. Les répétitions 1 et 2 se sont déroulées lors d'une première session et étaient séparées par une pause de 20 minutes. Les répétitions 3 et 4 se sont déroulées lors d'une seconde session une semaine plus tard (Annexe 2).

### 2.4. Traitement des données

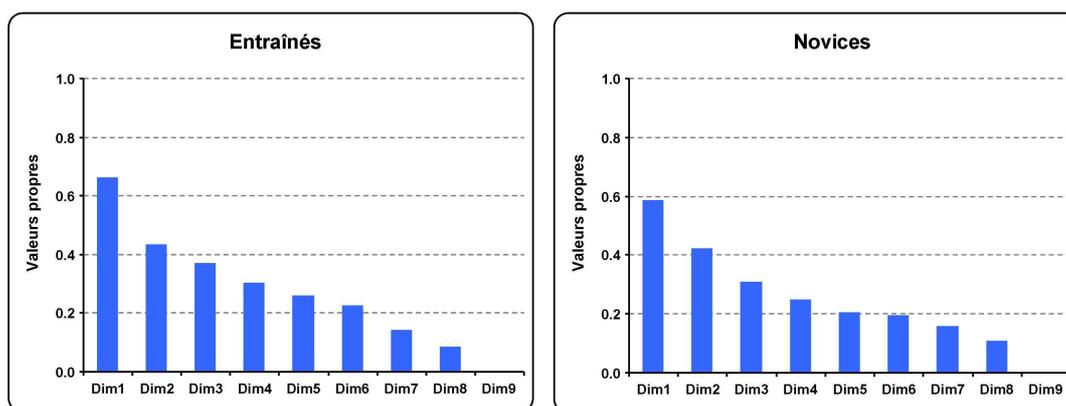
A partir des données de tri obtenues pour chaque participant, une matrice individuelle de distance a été construite pour chaque répétition. Il s'agit d'une matrice  $9 \times 9$  dans laquelle les lignes et les colonnes correspondent aux bières. Une valeur de 0 à l'intersection d'une ligne et d'une colonne données signifie que le participant a groupé les deux bières concernées ensemble, alors qu'une valeur de 1 indique que les bières n'ont pas été groupées ensemble. Pour chaque condition (visuelle et en aveugle), pour chaque groupe de participants (entraînés et novices) et pour chaque répétition (répétitions 1, 2, 3 et 4), les matrices individuelles de distance ont été analysées avec la méthode DISTATIS (Abdi, Valentin, O'Toole & Edelman, 2005; Abdi, Valentin, Chollet & Chrea, 2007). Cette méthode est une généralisation de la méthode classique *Multidimensional Scaling* (MDS). DISTATIS prend en compte les données individuelles de tri et construit une carte compromis des produits qui s'apparente à une carte de MDS. Cette carte des produits est obtenue par une analyse en composantes principales (ACP) réalisée sur la matrice compromis des produits. Cette matrice compromis des produits est une moyenne pondérée de toutes les matrices produits individuelles. Sur la carte compromis des produits, la proximité entre les points reflète leur similarité. Plus deux points sont proches sur la carte, plus les produits associés ont souvent été catégorisés ensemble par les participants. Une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) a également été réalisée sur les coordonnées des points sur les dimensions retenues afin d'identifier des groupes de bières sur chaque configuration.

Afin de comparer deux configurations, des coefficients  $R_V$  ont été calculés entre les coordonnées des bières sur les configurations considérées. Le coefficient  $R_V$  est un coefficient qui permet de mesurer la similarité entre deux configurations. Il peut être interprété de façon équivalente à un coefficient de corrélation (Escouffier, 1973), mais son test de significativité nécessite une procédure spécifique (Abdi, 2007).

### 3. Résultats et discussion

#### 3.1. Tri des bières dans la condition visuelle

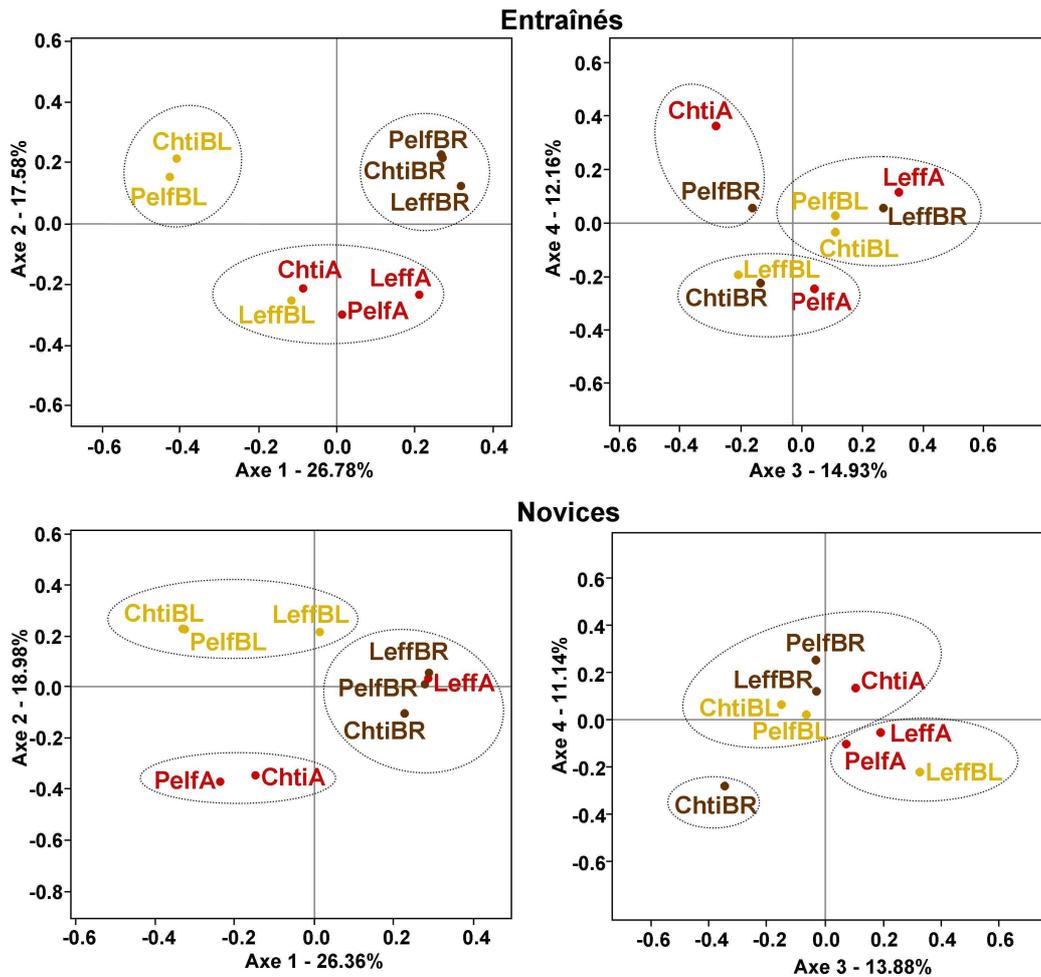
En moyenne, les participants entraînés ont effectué  $4.2 \pm 0.9$  groupes de bières et les novices  $3.8 \pm 0.8$  groupes, ce qui n’est pas significativement différent [ $t(36)=1.52, ns$ ]. Il n’y a donc pas de différence de précision entre les catégorisations des participants entraînés et celles des novices.



**Figure 5.** Valeurs propres des dimensions des configurations obtenues avec DISTATIS pour le tri dans la condition visuelle pour les participants entraînés et novices.

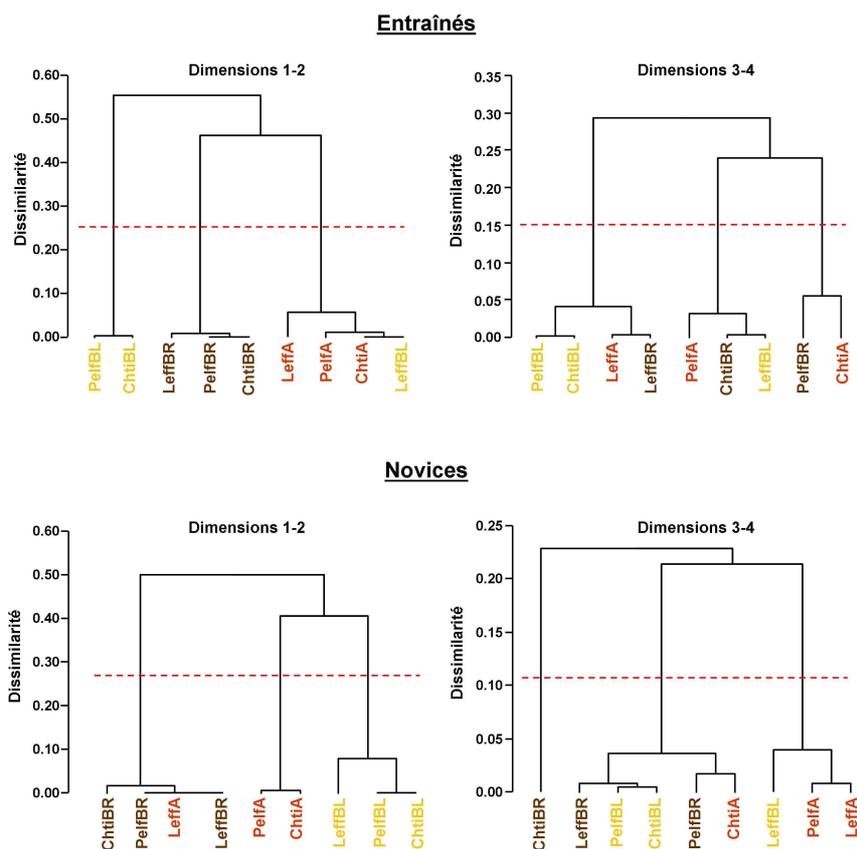
La figure 5 présente les graphiques des valeurs propres des neuf dimensions des configurations obtenues pour les participants entraînés et les novices pour le tri dans la condition visuelle. Quatre dimensions ont été retenues pour représenter les données pour les deux groupes de participants, permettant d’expliquer 71.4% et 70.4% de variance totale pour les entraînés et les novices, respectivement.

La figure 6 montre les cartes compromis des bières pour les participants entraînés et novices. Les cercles mettent en évidence les groupes de bières obtenus avec la CAH sur les coordonnées des produits pour la configuration 1-2 et pour la configuration 3-4 pour les deux groupes de participants (Figure 7). On observe que pour les deux groupes de participants, la première dimension tend à opposer les trois bières brunes (PelfBR, LeffeBR et ChtiBR) et la LeffA aux trois bières blondes (PelfBL, ChtiBL et LeffBL). Pour les participants entraînés, la deuxième dimension tend à opposer les trois bières ambrées (PelfA, LeffA et ChtiA) aux autres bières. Pour les novices, la deuxième dimension oppose la PelfA et la ChtiA aux autres bières. Globalement, la CAH réalisée sur les coordonnées des dimensions 1 et 2 (Figure 7, à gauche) révèle une catégorisation par couleur (blonde, brune et ambrée) avec deux exceptions : les participants entraînés ont catégorisé la LeffBL avec les trois bières ambrées et les participants novices ont catégorisé la LeffA avec les trois bières brunes.



**Figure 6.** Carte compromis des bières à 4 dimensions pour les participants entraînés (en haut) et pour les participants novices (en bas) pour la tâche de tri effectuée dans la condition visuelle. Les groupes de bières identifiés avec la CAH pour chaque configuration sont entourés.

Cette similarité observée entre la première configuration (Figure 6, à gauche) des participants entraînés et celle des novices est confirmée par un coefficient  $R_V$  significatif ( $R_V = 0.70, p < 0.05$ ). Les configurations 3-4 (Figure 6, à droite) sont différentes pour les participants entraînés et les participants novices ( $R_V = 0.21, ns$ ), et pour les deux groupes de participants, aucun critère de catégorisation (brasserie ou couleur) n'apparaît avec la CAH (Figure 7, à droite). Ainsi, contrairement à notre hypothèse, les participants entraînés et les novices ont catégorisé les bières de façon relativement similaire dans la condition visuelle. Si nous avons supposé que les novices seraient en effet très influencés par la couleur des bières lors de la tâche de catégorisation, nous pensions cependant que les entraînés s'appuieraient davantage sur les caractéristiques sensorielles des bières (goût et odeur) pour réaliser leur tri et seraient moins influencés par la couleur que les novices.



**Figure 7.** Dendrogrammes des CAH réalisées sur les cordonnées des bières sur les dimensions 1 et 2 (à gauche) et les dimensions 3 et 4 (à droite) pour les participants entraînés (en haut) et les novices (en bas) pour le tri en condition visuelle. Les couleurs correspondent aux couleurs des bières : jaune pour les bières blondes, rouge pour les bières ambrées et marron pour les bières brunes.

Des mesures instrumentales de la couleur des bières ont été effectuées à l'aide d'un analyseur de bières Alcolyzer Plus Beer Anton Paar®. La couleur est mesurée en unités EBC, conformément à la convention européenne de brasserie (EBC Analysis Committee, 1998). Plus cette valeur est élevée, plus la bière est foncée. Pour chaque bière, l'analyse de la couleur a été effectuée sur deux bouteilles différentes (Tableau 2).

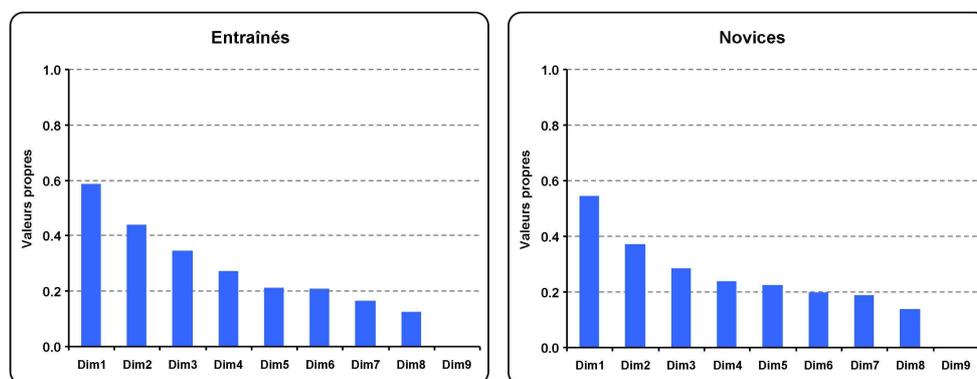
**Tableau 2.** Couleur des bières (EBC) mesurée de façon instrumentale. La valeur correspond à la moyenne des mesures effectuées sur les deux bouteilles de chaque bière. La différence de couleur entre les bières reliées par une même lettre n'est pas significative (test de Duncan à 5%).

	Couleur (EBC)	Groupes
ChtiBL	13.20	A
PelfBL	13.40	A
LeffBL	16.80	B
PelfA	31.00	C
ChtiA	34.55	D
LeffA	38.15	E
LeffBR	63.70	F
ChtiBR	70.50	G
PelfBR	76.75	H

Une analyse de la variance (ANOVA) à un facteur révèle une différence significative de couleur entre les bières [ $F(8, 9)=18605.97, p<0.0001$ ]. Un test de Duncan au seuil de 5% met en évidence que seules les couleurs de la PelfBL et de la ChtiBL ne sont pas significativement différentes. Ces mesures instrumentales sont en accord avec les résultats sensoriels de la tâche de tri. En effet, la PelfBL et la ChtiBL, dont les couleurs ne sont pas différentes au niveau instrumental, sont groupées ensemble sur la première configuration (Figure 6, à gauche) pour les participants entraînés et les participants novices. Les autres bières ont toutes des couleurs significativement différentes du point de vue instrumental. Cependant, les valeurs d'EBC mesurées permettent d'expliquer en partie les exceptions observées dans la catégorisation des bières par couleur. Pour les participants entraînés, la LeffBL est groupée avec les trois bières ambrées au lieu d'être groupée avec la PelfBL et la ChtiBL. La LeffBL (16.80 EBC) est légèrement plus foncée que la ChtiBL (13.20 EBC) et que la PelfBL (13.40 EBC), ce qui peut expliquer que certains participants entraînés l'aient groupée avec les bières ambrées plutôt qu'avec les bières blondes. De la même façon pour les participants novices, la LeffA est groupée avec les bières brunes plutôt qu'avec les deux autres bières ambrées, or sa couleur (38.15 EBC) est un peu plus foncée que la couleur de la PelfA (31.00 EBC) et de la ChtiA (35.44 EBC). Il est probable que certains novices l'aient donc groupée avec les bières brunes plutôt qu'avec les bières ambrées. Notons cependant que les exceptions consistent en des associations de bières ambrées avec des bières brunes ou des bières blondes mais jamais en des associations de bières brunes avec des bières blondes. Les résultats instrumentaux appuient donc bien les résultats sensoriels observés et vont une nouvelle fois dans le sens d'une catégorisation par couleur.

### 3.2. Tri des bières dans la condition en aveugle

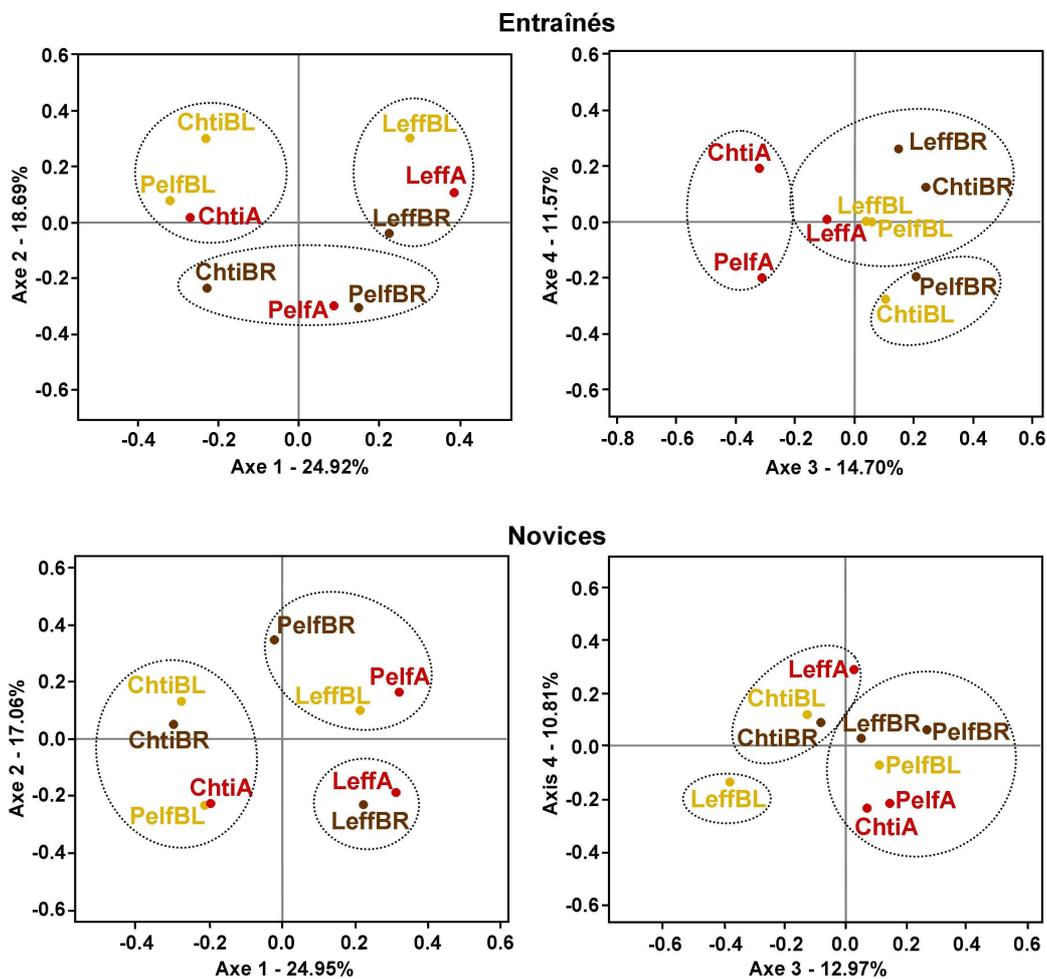
En moyenne, les participants entraînés ont effectué  $3.9 \pm 0.6$  groupes de bières et les novices  $3.8 \pm 1.0$  groupes, ce qui n'est pas significativement différent [ $t(29)=0.49, ns$ ]. Ce résultat suggère que les deux groupes de participants ont catégorisé les bières avec la même précision.



**Figure 8.** Valeurs propres des dimensions des configurations obtenues avec DISTATIS pour la première répétition du tri dans la condition en aveugle pour les participants entraînés et novices.

La figure 8 montre les graphiques des valeurs propres des neuf dimensions des configurations obtenues pour les participants entraînés et novices pour le tri dans la condition en aveugle. Quatre dimensions ont été retenues pour représenter les données pour les deux groupes de participants, permettant d’expliquer 69.9% et 65.8% de variance totale pour les entraînés et les novices, respectivement.

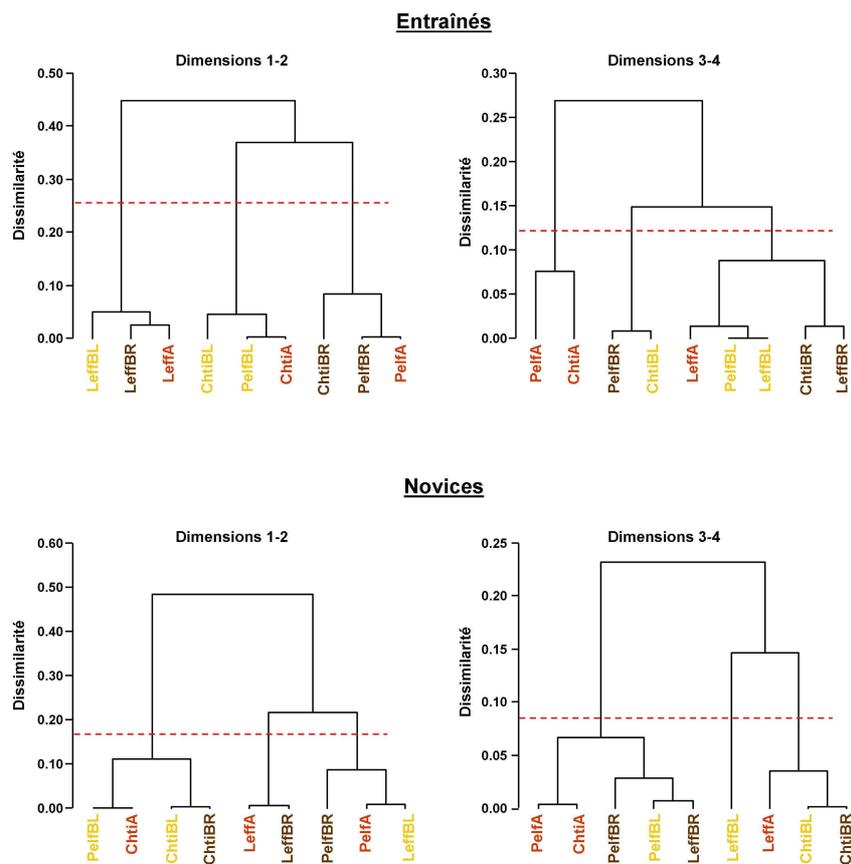
La figure 9 montre les cartes compromis à quatre dimensions des bières pour les participants entraînés et novices. Les cercles identifient les groupes de bières obtenus avec la CAH pour les configurations 1-2 et 3-4 pour les deux groupes de participants (Figure 10).



**Figure 9.** Cartes compromis des bières à quatre dimensions pour les participants entraînés (en haut) et novices (en bas) pour leur première tâche de tri dans la condition en aveugle. Les groupes de bières identifiés avec la CAH pour chaque configuration sont entourés.

Globalement, les groupes de bières sont relativement similaires sur les deux premières dimensions pour les participants entraînés et les participants novices. Cette observation est confirmée par le coefficient  $R_V$  significatif calculé entre les coordonnées des bières sur les deux premières dimensions des participants entraînés et celles des participants novices ( $R_V = 0.58$ ,  $p < 0.05$ ). Sur la première

configuration (Figure 9 à gauche), les bières tendent à être catégorisées par brasserie, ce qui suggère que les participants ont perçu davantage de similarités perceptives entre les bières d'une même brasserie qu'entre les bières de brasseries différentes. Pour les participants entraînés, les trois Leffe sont dans le même groupe et les Pelforth et les Chti tendent également à être groupées respectivement ensemble. On observe tout de même une inversion entre la ChtiBR et la PelfBL. Pour les participants novices, les trois bières Chti sont dans le même groupe et les Pelforth et les Leffe tendent également à être groupées respectivement ensemble. On observe là aussi deux exceptions : la PelfBL est groupée avec les Chti et la LeffBL est groupée avec la PelfBR et la PelfA. Les configurations 3-4 (Figure 9, à droite) sont différentes pour les participants entraînés et les novices ( $R_V = 0.18, ns$ ). Pour les entraînés, la dimension 3 oppose les bières brunes aux bières ambrées et les bières blondes se trouvent entre les deux. Ceci suggère que les bières tendent à être catégorisées par couleur par les participants entraînés. Cependant, cette observation doit être interprétée avec précaution car la dimension 3 n'explique que 14.7% de la variance totale. Pour les novices, aucune séparation des bières par couleur n'est observée. La dominance du critère *brasserie* observée dans cette condition suggère qu'il existe un effet brasserie qui est perçu par les participants entraînés et les novices.



**Figure 10.** Dendrogrammes des CAH réalisées sur les cordonnées des bières sur les dimensions 1 et 2 (à gauche) et les dimensions 3 et 4 (à droite) pour les participants entraînés (en haut) et les novices (en bas) pour le premier tri en condition en aveugle. Les couleurs correspondent aux couleurs des bières : jaune pour les bières blondes, rouge pour les bières ambrées et marron pour les bières brunes.

Cet effet brasserie semble être commun à tous les types de bières (blondes, brunes, ambrées). Ce résultat peut être mis en parallèle avec l'étude de Aubry, Etievant, Sauvageot et Issanchou (1999) qui ont mis en évidence un effet viticulteur pour les Pinots noir de Bourgogne. Les auteurs ont montré que les participants groupaient inconsciemment les vins provenant d'un même viticulteur, expliquant que chaque viticulteur pourrait avoir son propre "style". Dans le cas des bières, cet effet brasserie pourrait s'expliquer par de nombreux paramètres de brassage (température de brassage, temps, type de filtration, pasteurisation, etc.), parmi lesquels les levures utilisées pour la fermentation pourraient être un facteur important, conférant à chaque brasserie un style spécifique.

Ainsi, comme c'était le cas dans la condition visuelle, les catégorisations des participants entraînés et des novices sont globalement similaires, ce qui est en contradiction avec notre hypothèse. Nous avions en effet supposé que la catégorisation des bières par brasserie nécessitait des connaissances sensorielles plus poussées et donc que seuls les participants entraînés seraient capables de catégoriser les bières par brasserie. Dans la condition visuelle comme dans la condition en aveugle, aucun effet de l'entraînement sensoriel sur la catégorisation des bières n'a donc été observé.

### **3.3. Comparaison des catégorisations dans la condition visuelle et dans la condition en aveugle**

Afin d'évaluer l'effet des informations visuelles sur la catégorisation des bières, des coefficients  $R_V$  ont été calculés entre les coordonnées des bières sur les configurations obtenues dans les deux conditions pour les participants entraînés d'une part et les participants novices d'autre part. Ces coefficients  $R_V$  ne sont significatifs ni pour les entraînés [ $R_V$  (Dim1-2) = 0.38, *ns* ;  $R_V$  (Dim3-4) = 0.11, *ns*], ni pour les novices [ $R_V$  (Dim1-2) = 0.09, *ns* ;  $R_V$  (Dim3-4) = 0.28, *ns*]. Cela suggère que les similarités perçues entre les bières sont modifiées en fonction des indices visuels disponibles pour les participants. Nous avons vu que dans la condition visuelle, les participants entraînés et les participants novices ont clairement catégorisé les bières par couleur alors que dans la condition en aveugle, ils ont catégorisé les bières par brasserie. Ce résultat suggère que dans une tâche de catégorisation de bières, les participants entraînés, comme les novices, s'appuient sur les informations visuelles plutôt que sur les informations olfactives et gustatives. Alors que la dominance visuelle chez les novices n'est pas tellement surprenante, nous nous attendions à ce que les participants entraînés soient moins influencés par les informations visuelles car ils ont l'habitude d'évaluer les bières sous lumière rouge et à diriger leur attention sur les arômes et les composés généraux de la bière (amertume, malt, houblon, etc.). De plus, les participants entraînés ont déclaré ne pas s'être appuyés sur la couleur des bières mais uniquement sur leurs propriétés olfactives et gustatives. Néanmoins, cette influence de la couleur sur la perception des experts a déjà été rapportée. Par exemple, Pangborn, Berg et Hansen (1963) ont mis en évidence un effet de la couleur sur la perception sucrée des vins : un vin blanc, coloré en rose pour

lui donner l'apparence d'un rosé, a été perçu comme plus sucré par des experts que le même vin non coloré. Plus récemment, Morot, Brochet et Dubourdiou (2001) ont montré que des experts en vin décrivaient l'odeur d'un vin blanc coloré en rouge de la même façon que l'odeur d'un véritable vin rouge. Ces résultats de Morot *et al.* mettent en évidence à quel point les experts s'appuient sur l'apparence visuelle pour interpréter les informations sensorielles. En d'autres termes, l'homme est tellement influencé par son sens de la vue que même les experts utilisent les informations visuelles pour interpréter les informations gustatives et olfactives, et ces indices visuels masquent d'autres informations, comme nous l'avons observé dans notre expérience. Ce phénomène de masquage peut être expliqué en termes d'attention sélective ou de recherche de congruence. Du point de vue de l'attention sélective, nous pouvons supposer que les participants ne peuvent pas évaluer les informations visuelles, olfactives et gustatives en même temps et réalisent donc leur tâche de catégorisation principalement à partir des informations visuelles, mettant de côté les informations olfactives, aromatiques et gustatives. Du point de vue de la recherche de congruence, nous pouvons supposer que les participants peuvent passer des informations visuelles aux informations olfactives et gustatives facilement, mais que la perception olfactive et gustative est guidée par la perception visuelle. Ainsi, lorsqu'ils évaluent les informations olfactives et gustatives, les participants recherchent inconsciemment une confirmation des informations visuelles plutôt que d'analyser réellement les propriétés gustatives et aromatiques. Cette seconde hypothèse permet d'expliquer pourquoi nos participants entraînés ont affirmé ne pas s'être appuyés sur la couleur des bières lorsqu'ils ont réalisé la tâche de tri dans la condition visuelle alors qu'en réalité ils ont davantage utilisé les informations visuelles que olfactives et gustatives.

### **3.4. Stabilité des données de tri**

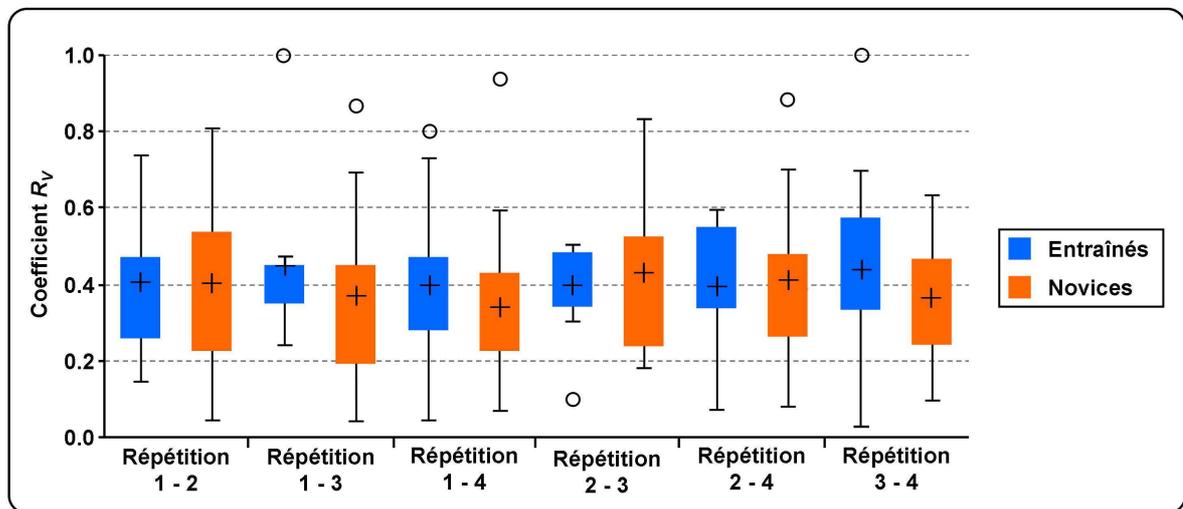
Afin de vérifier la stabilité des données de catégorisation dans la condition en aveugle, la stabilité intra-individuelle (stabilité de la catégorisation d'un participant donné au cours des quatre répétitions de la tâche de tri) et la stabilité inter-individuelle (consensus de la catégorisation des différents participants au sein de chaque groupe) ont été étudiées.

#### **3.4.1. Stabilité intra-individuelle**

La répétabilité des participants entraînés et du groupe A de participants novices a été évaluée en comparant leurs données obtenues au cours des quatre répétitions de la tâche de tri. Pour cela, un coefficient  $R_V$  a été calculé pour chaque participant entre chacune de ses quatre répétitions (soit 6 coefficients  $R_V$  par participant). Une ANOVA à deux facteurs avec le niveau d'expertise (*entraînés/novices*) comme variable inter-sujet, le temps de pause entre deux répétitions (*20 minutes/une semaine*) comme variable intra-sujet et les coefficients  $R_V$  comme variable dépendante a été effectuée. Les coefficients  $R_V$  entre les répétitions séparées de 20 minutes correspondent aux

moyennes des coefficients  $R_V$  calculés entre les répétitions 1-2 et les répétitions 3-4. Les coefficients  $R_V$  entre les répétitions séparées d'une semaine correspondent aux moyennes des coefficients  $R_V$  calculés entre les répétitions 1-3, 1-4, 2-3 et 2-4. Aucun effet significatif du niveau d'expertise ou du délai entre deux répétitions n'a été trouvé.

Cependant, le fait qu'aucun effet significatif ne soit observé peut s'expliquer par l'importance de la variabilité inter-individuelle des coefficients  $R_V$ . La figure 11 présente les boîtes à moustaches de la distribution des coefficients  $R_V$  calculés entre chaque répétition pour les participants entraînés et novices. La variabilité inter-individuelle des coefficients  $R_V$  des participants entraînés est globalement plus petite que celle des novices alors que les moyennes des coefficients  $R_V$  sont assez similaires entre les deux groupes de participants.

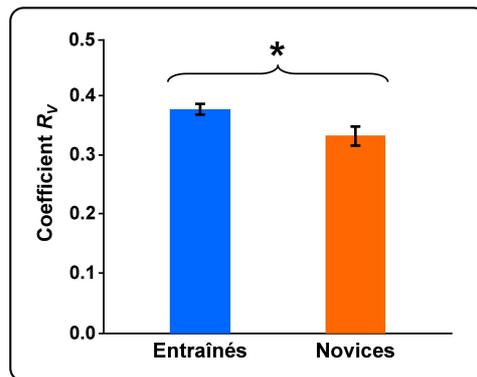


**Figure 11.** Boîte à moustache de la distribution des coefficients  $R_V$  calculés entre chacune des quatre répétitions pour les participants entraînés (boîtes bleues) et pour les participants novices (boîtes oranges). Les boîtes s'étendent entre le premier et le troisième quartile, la croix au milieu de la boîte représente la valeur moyenne et les extrémités des lignes verticales partant des boîtes ("moustaches") indiquent les valeurs minimum et maximum de la distribution. Dans le cas où il existe une valeur extrême dans la distribution, les moustaches s'étendent jusqu'à un maximum de 1.5 fois l'espace inter-quartile (hauteur de la boîte).

Pour analyser plus en détail cette variabilité inter-individuelle, nous avons calculé l'intervalle de confiance à 99% pour chaque coefficient  $R_V$  et compter le nombre de participants entraînés et novices dont les coefficients  $R_V$  étaient significativement différents de 0. Nous avons trouvé que, pour l'ensemble des répétitions, 94.9% des participants entraînés avaient un coefficient  $R_V$  significativement différent de 0 contre 70.4% pour les participants novices. Les participants entraînés sont donc plus répétables que les novices sur les quatre répétitions même si l'ANOVA n'a pas mis en évidence d'effet significatif sur les coefficients  $R_V$  moyens.

### 3.4.2. Stabilité inter-individuelle

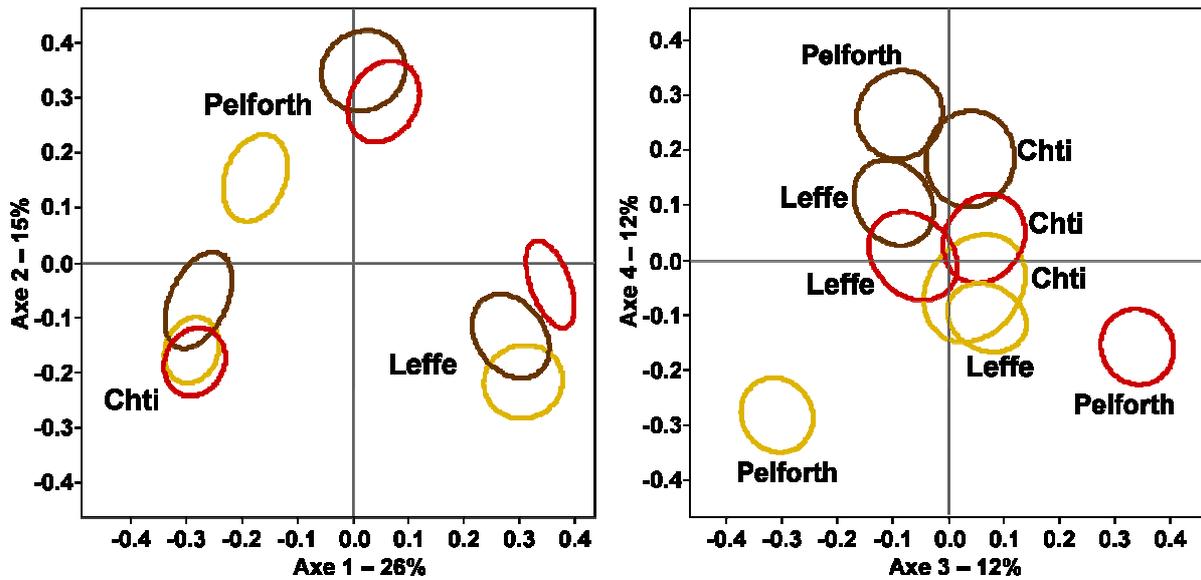
Afin d'avoir une estimation de l'accord entre les participants au sein de chaque groupe (entraînés/groupe A de novices) sur leur catégorisation dans la condition en aveugle, des coefficients  $R_V$  ont été calculés entre les matrices individuelles de chaque participant et le reste de son groupe pour la première répétition de la tâche de tri. La figure 12 présente les coefficients  $R_V$  moyens obtenus de cette façon pour le groupe de participants entraînés et le groupe A de participants novices.



**Figure 12.** Coefficients  $R_V$  moyens calculés entre chaque participant et le reste de son groupe pour les participants entraînés et novices. L'étoile indique le niveau de la probabilité associée au test de Student : \* $p < 0.05$ . Les barres verticales donnent l'erreur standard.

Un test de Student bilatéral entre les coefficients  $R_V$  des participants entraînés et ceux des participants novices met en évidence une différence significative de consensus entre les deux groupes de participants ( $t(29) = 2.18$  ;  $p < 0.05$ ). Les participants entraînés sont plus consensuels que les participants novices sur leur catégorisation dans la condition en aveugle.

Ensuite, afin d'évaluer l'accord sur la catégorisation des bières entre des participants de différents groupes (entraînés et novices confondus), nous avons compilé les données de la première répétition du tri des 13 participants entraînés et des 18 novices du groupe A avec les données de tri des 37 participants novices du groupe B, obtenant ainsi un total de 68 tris. Une procédure de bootstrap a été utilisée sur ces données afin d'examiner la stabilité des catégorisations sur l'ensemble des 68 tris. Le bootstrap (ou ré-échantillonnage en français ; Efron & Tibshirani, 1993) est une méthode d'inférence statistique qui a ici été utilisée pour calculer des intervalles de confiance des positions des bières sur les configurations issues de DISTATIS. Dans ce cas précis, la procédure de bootstrap commence par créer un ensemble de matrices de distance en ré-échantillonnant avec remplacement à partir des matrices initiales de tri, puis DISTATIS est utilisé pour calculer une matrice compromis à partir de cet ensemble de matrices de distance. Cette procédure est répétée 1000 fois et les 1000 matrices compromis sont projetées sur le compromis initial. Enfin, une ellipse de confiance comprenant 95% des projections de ces matrices compromis est calculée pour chaque bière (Abdi, Dunlop & Williams, 2009).



**Figure 13.** Carte compromise des produits à quatre dimensions avec les ellipses de confiance calculées par bootstrap sur les données des participants entraînés et des deux groupes de participants novices. Les ellipses marrons représentent les bières brunes, les ellipses rouges représentent les bières ambrées et les ellipses jaunes représentent les bières blondes.

La figure 13 montre les quatre premières dimensions de la carte compromise. Les ellipses de confiance représentent la variabilité des résultats de tri sur les 68 participants. Les ellipses de confiance sont relativement petites, ce qui signifie que les 68 participants sont globalement en accord sur leurs catégorisations des neuf bières. De plus, sur les deux premières dimensions (Figure 13, à gauche), les ellipses de confiance des trois Leffe sont très proches et se chevauchent même pour la LeffBL et la LeffBR, de même que celles des trois Chti et de la PelfA et PelfBR respectivement. En revanche, les ellipses des bières des trois brasseries ne se chevauchent pas entre elles, ce qui confirme que les participants entraînés et les participants novices catégorisent principalement les bières selon le critère *brasserie* dans la condition en aveugle. Sur les dimensions 3 et 4 (Figure 13, à droite), les ellipses de confiance des neuf bières se chevauchent partiellement, exceptées celles de la PelfA et de la PelfBL. Les participants ne sont donc pas complètement en accord sur la catégorisation des neuf bières. On observe tout de même que sur les dimensions 3-4, les bières tendent à être catégorisées par couleur. En effet, les ellipses de confiance des trois bières brunes sont très proches et s'opposent aux ellipses de confiance des bières blondes et ambrées.

Ainsi, même si les participants entraînés et les novices ont globalement catégorisé les bières de la même façon, les participants entraînés sont plus répétables et plus consensuels que les novices, comme cela a déjà été montré auparavant (Chollet & Valentin, 2006).

## 4. Conclusion

L'objectif de cette première étude était d'évaluer l'effet de l'entraînement sensoriel sur la catégorisation sensorielle des bières, en examinant les critères de catégorisation utilisés par des participants entraînés et des participants novices. Notre hypothèse, reposant sur les résultats de Solomon (1997) et de Ballester *et al.* (2008), était qu'au cours de leur entraînement sensoriel, les participants entraînés développent des représentations mentales des bières spécifiques et consensuelles par rapport aux novices, se traduisant par une catégorisation sensorielle des bières différente de celle des novices. Les expériences menées ont tout d'abord mis en évidence la **dominance des informations visuelles sur les informations olfactives et gustatives** lors d'une tâche de catégorisation de bières. Quel que soit leur niveau d'expertise, les participants se sont avant tout appuyés sur des indices visuels avant d'analyser les caractéristiques olfactives et gustatives des bières.

Ensuite, contrairement à notre hypothèse, nous n'avons **pas observé d'effet de l'entraînement sensoriel** sur l'organisation du système de catégorisation des bières. Comparés aux résultats de Solomon (1997) et de Ballester *et al.* (2008), nos résultats pourraient suggérer qu'il existe une différence entre l'expertise sensorielle et l'expertise professionnelle. Les connaissances techniques que les experts professionnels possèdent en plus des connaissances sensorielles pourraient donc avoir une grande influence sur leur perception. En outre, la différence dans l'approche d'entraînement entre les experts sensoriels et les experts professionnels pourrait également expliquer que ces derniers développent des représentations mentales communes des produits qui les différencient de participants novices lors d'une tâche de catégorisation. En effet, nos participants entraînés suivent régulièrement un **entraînement formel** en évaluation sensorielle de la bière au cours duquel ils apprennent à reconnaître, à identifier et à communiquer sur les propriétés sensorielles des bières, mais ils ne possèdent aucune connaissance de la fabrication de la bière ou du marketing. Cette expertise sensorielle standardisée est assez éloignée de l'expertise sensorielle des participants de Solomon et Ballester *et al.* En effet, pour les viticulteurs, les professionnels du vin, les sommeliers, les étudiants en œnologie, ou toute personne dont la profession est en lien avec le vin, la catégorisation est la base de l'entraînement. Ils utilisent les notions de cépages, de régions géographiques, d'années, etc., pour communiquer sur les vins et les catégoriser. Ils sont entraînés à reconnaître un vin comme étant un membre d'une catégorie donnée. Ceci permet d'expliquer pourquoi les participants de Solomon et Ballester *et al.* utilisent la notion de cépage comme critère pour catégoriser les vins. A l'inverse, nos participants entraînés n'apprennent aucun système de catégorisation des bières et par conséquent ne sont pas habitués à penser à une bière en tant que membre d'une catégorie donnée de bières. Ils apprennent à décrire les caractéristiques de surface des bières de façon répétable et consensuelle. Il semble donc plus difficile pour eux de développer des représentations mentales communes des bières qui les différencient des novices. De plus, contrairement aux consommateurs de vins qui connaissent

très mal la notion de cépage, les consommateurs de bières sont plus familiers des brasseries car leurs noms apparaissent de façon claire sur les bouteilles de bières et les consommateurs utilisent ces noms pour identifier les bières qu'ils consomment. Ceci peut également expliquer pourquoi nous n'avons pas observé de différence de catégorisation entre les participants entraînés et novices. Néanmoins, même si aucun effet de l'entraînement sensoriel n'a été observé sur les critères de catégorisation des bières, les participants entraînés sont plus répétables et plus consensuels que les novices. Il semble donc que l'entraînement sensoriel sur la bière conduit à certains changements dans les représentations mentales, même s'il n'est pas suffisant pour construire des représentations conceptuelles différentes de celles des novices.

## **Chapitre 2**

---

### **Catégorisation perceptive vs. conceptuelle : effet du type d'expertise**

## 1. Introduction

Dans le chapitre précédent, nous avons mis en évidence que des participants entraînés et des novices catégorisaient les bières de la même façon, quelle que soit la condition de dégustation (normale ou en aveugle). Nous avons proposé qu'une des raisons pour lesquelles nos résultats différaient de ceux de Solomon (1997) et de Ballester *et al.* (2008) pouvait être la nature de l'expertise testée. Alors que nos participants sont entraînés de façon formelle à évaluer les caractéristiques sensorielles de la bière, les participants de Solomon et Ballester *et al.* sont des professionnels du vin (œnologues, viticulteurs, etc.). Dans un tout autre domaine, Lynch *et al.* (2000) ont trouvé que l'organisation interne de la catégorie *arbre* était différente pour des taxonomistes, des paysagers et des personnes s'occupant de la maintenance de parcs. Selon les auteurs, le type d'expérience que l'on entretient avec les membres d'une catégorie peut affecter la structure interne de cette catégorie. Ainsi, les personnes s'occupant de la maintenance de parcs s'appuient sur la fragilité des arbres pour structurer la catégorie *arbre*, alors que les taxonomistes et les paysagers s'appuient sur les dimensions idéales des arbres et sur leur fragilité. Pour les auteurs, cette différence s'explique en termes de but recherché par chacun des types d'experts. Le but des personnes responsables de la maintenance de parcs est d'entretenir les parcs afin qu'ils soient les plus beaux et les plus propres possible. Dans ce cadre, la fragilité des arbres apparaît comme un problème car les arbres fragiles nécessitent davantage d'entretien. Le but des paysagers est de planter des arbres de façon à ce qu'ils s'intègrent parfaitement dans le paysage, en termes de beauté, de sécurité, etc. Le choix de telle ou telle espèce pour planter dans un endroit donné va en grande partie être guidé par la hauteur et la fragilité des arbres.

Il est possible que dans le domaine sensoriel, la nature de l'expertise modifie également les représentations mentales, expliquant en partie les différences de résultats entre notre étude et celles de Solomon (1997) et Ballester *et al.* (2008). Pour vérifier cela, nous avons comparé directement les participants entraînés et des brasseurs, et plus particulièrement leurs catégorisations perceptives et conceptuelles des bières. Deux épreuves principales ont été réalisées. La première épreuve consistait en une **tâche de tri de photos de bières** belges, dont l'objectif était de comparer la catégorisation de l'espace des bières belges par les participants entraînés et les brasseurs (catégorisation conceptuelle). La deuxième épreuve était une **tâche de tri hiérarchique de bières** ayant pour objectif de comparer la catégorisation perceptive des participants entraînés et des brasseurs, et en particulier d'estimer la finesse des catégorisations des deux groupes de participants. Dans une dernière épreuve, les participants ont réalisé une série de **tests triangulaires** afin d'évaluer si les éventuelles différences de catégorisation entre les deux groupes de participants pourraient en partie être dues à des différences discriminatives. Après avoir expliqué l'organisation générale de cette étude, nous présenterons successivement les matériels et méthodes et résultats des trois épreuves dans l'ordre suivant : tri de photos de bières, tri hiérarchique de bières et tests triangulaires.

## 2. Organisation générale

### 2.1. Participants

Les membres du panel entraîné ayant participé à cette étude étaient au nombre de 17 (7 femmes et 10 hommes), ayant intégré le panel depuis 1 à 6.5 ans ( $M = 3.6 \pm 2.2$  ans). Le groupe de brasseurs était composé de 14 personnes (2 femmes et 12 hommes) travaillant en Production ou en Qualité au sein d'une brasserie belge.

### 2.2. Organisation des épreuves

Chaque participant a réalisé les trois épreuves dans l'ordre suivant : épreuve de tri hiérarchique, épreuve de tri de photos de bières et tests triangulaires. Toutes les épreuves se sont déroulées sous lumière rouge afin de masquer les différences de couleur entre les bières.

**Organisation pour les brasseurs.** Les trois épreuves se sont déroulées au cours d'une même séance. Les brasseurs étaient recrutés pour venir passer une soirée au cours de laquelle ils allaient participer à des « expériences scientifiques sur la bière ». La soirée s'est déroulée à la brasserie Du Bocq en Belgique, dans une pièce agencée pour l'occasion de façon à créer des « stands » correspondant aux différentes épreuves. Les participants se déplaçaient d'un stand à un autre dans l'ordre indiqué par les expérimentateurs.

**Organisation pour les participants entraînés.** L'organisation était la même que pour les brasseurs, excepté que les trois épreuves se sont déroulées au cours de trois séances séparées d'une semaine chacune.

## 3. Epreuve de tri de photos de bières

L'objectif de cette épreuve de tri de photos était de comparer les participants entraînés et les brasseurs sur leur représentation de l'espace des bières belges. Plus précisément, nous nous sommes intéressés à la façon dont les deux groupes de participants catégorisent les bières belges d'un point de vue conceptuel.

### 3.1. Produits

Soixante-cinq bières belges ont été sélectionnées à partir de différentes listes de bières belges extraites de livres ou de sites internet, de façon à représenter un éventail le plus large possible des différents types de bières existants en Belgique. Le tableau 3 présente la liste de ces 65 bières, classées selon les catégories suivantes : blondes type Pils, blondes dont le taux d'alcool est d'environ 6% vol., blondes

dont le taux d'alcool est supérieur à 6% vol., blondes triples, blanches, ambrées, brunes, trappistes, fermentation spontanées (krieks, faro et gueuzes) et fermentation mixte.

**Tableau 3.** Liste des 65 bières sélectionnées pour l'épreuve de tri de photos.

Catégorie	Bière	Catégorie	Bière		
Blonde Pils	Jupiler	Ambrée	Bush ambrée		
	Maes		De Koninck ambrée		
	Primus		Gauloise ambrée		
	Stella		Leffe radieuse		
Blonde 6% vol.	Affligem blonde	Brune	Affligem dubbel		
	De Koninck blonde		Gauloise brune		
	Gauloise blonde		Grimbergen dubbel		
	Grimbergen blonde		Kasteel brune		
	Hommel Bier		Leffe brune		
	Leffe blonde		Maredsous 8		
	Maredsous 6		St Bernardus 12		
	Palm Spéciale		St Bernardus 6		
	St Feuillien blonde		St Bernardus 8		
	St Feuillien brune		St Feuillien brune		
Blonde > 6% vol.	Brigand	Faro	Boon Faro		
	Bush		Lindemans Faro		
	Delirium	Gueuze	Boon Gueuze		
	Duvel		Lindemans Gueuze		
	Judas		Kriek	Boon Kriek	
	Kwak			Lindemans Kriek	
	Lucifer			Fermentation mixte	Rodenbach
	Maredsous 10				Trappiste
Triple	Affligem triple	Achel brune			
	DeKoninck triple	Chimay blanche			
	Grimbergen triple	Chimay bleue			
	Kasteel triple	Chimay rouge			
	Leffe triple	Orval			
	St Bernardus triple	Rochefort 10			
	St Feuillien triple	Rochefort 6			
	Triple Karmeliet	Rochefort 8			
	Watou triple	Westmalle double			
	Westmalle triple				
Blanche	Blanche de Namur				
	Brugs				
	Hoegaarden				

Les photos des bouteilles des 65 bières avec leurs noms ont été imprimées sur des cartes individuelles au format 105 × 75mm (Figure 14).



**Figure 14.** Exemples de cartes de bières utilisées pour l'épreuve de tri de photos.

### 3.2. Procédure

Le participant disposait devant lui des 65 cartes de bières disposées en tas dans un ordre aléatoire et différent pour chaque participant. Il devait regarder les 65 photos de bières et faire spontanément des groupes de photos en mettant ensemble les bières qui pour lui appartenait à la même catégorie (Annexe 3). Aucune contrainte n'était donnée pour réaliser cette épreuve de tri. Chaque participant était libre de faire autant de groupes qu'il voulait et de mettre autant de bières qu'il le voulait dans chaque groupe. Il disposait de tout le temps qui lui était nécessaire.

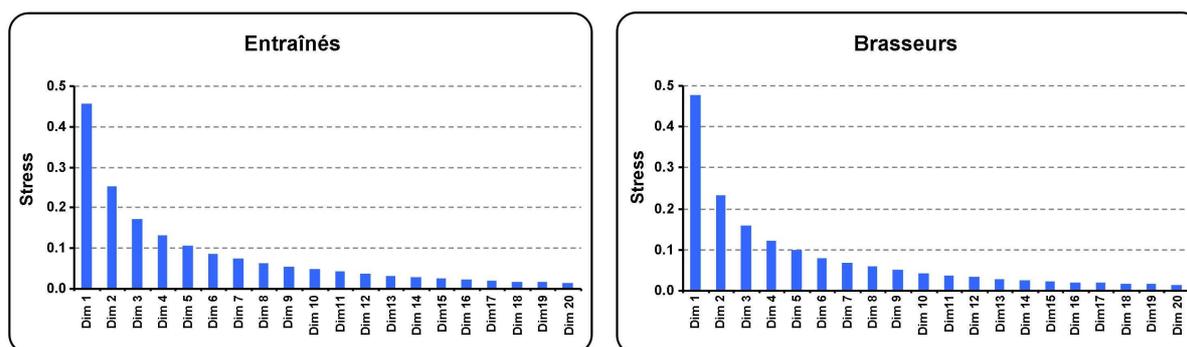
### 3.3. Traitement des données

A partir des données de tri obtenues pour chaque participant, une matrice individuelle de similarité a été construite. Il s'agit d'une matrice 65×65 dans laquelle les lignes et les colonnes correspondent aux photos de bières. Une valeur de 1 à l'intersection d'une ligne et d'une colonne données signifie que le participant a groupé les deux photos de bières concernées ensemble alors qu'une valeur de 0 indique que les photos n'ont pas été groupées ensemble. Pour chaque groupe de participants, les matrices individuelles ont été sommées de façon à obtenir une matrice de similarité globale comprenant dans sa diagonale le nombre de participants de chaque groupe. Ces matrices globales de similarité ont été analysées par *Multidimensional Scaling* (MDS), suivie d'une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) réalisée sur les coordonnées des points sur les dimensions retenues.

### 3.4. Résultats et discussion

En moyenne, les participants entraînés ont effectué  $8.7 \pm 2.9$  groupes de photos de bières et les brasseurs  $7.4 \pm 3.0$  groupes, ce qui n'est pas significativement différent [ $t(29)=1.19$ , *ns*]. Ceci suggère que globalement, les entraînés et les brasseurs catégorisent l'espace des bières belges avec la même précision.

La figure 15 présente les graphiques des stress associés aux solutions des MDS jusqu'aux 20 premières dimensions pour les participants entraînés et les brasseurs. On constate que les évolutions de ces stress sont très semblables, ce qui indique que les différentes dimensions des MDS représentent la même quantité d'informations pour les deux groupes de participants. Pour les participants entraînés et les brasseurs, une solution à quatre dimensions a été retenue pour représenter ces espaces, permettant d'obtenir un stress de 0.133 pour les entraînés et de 0.121 pour les brasseurs.



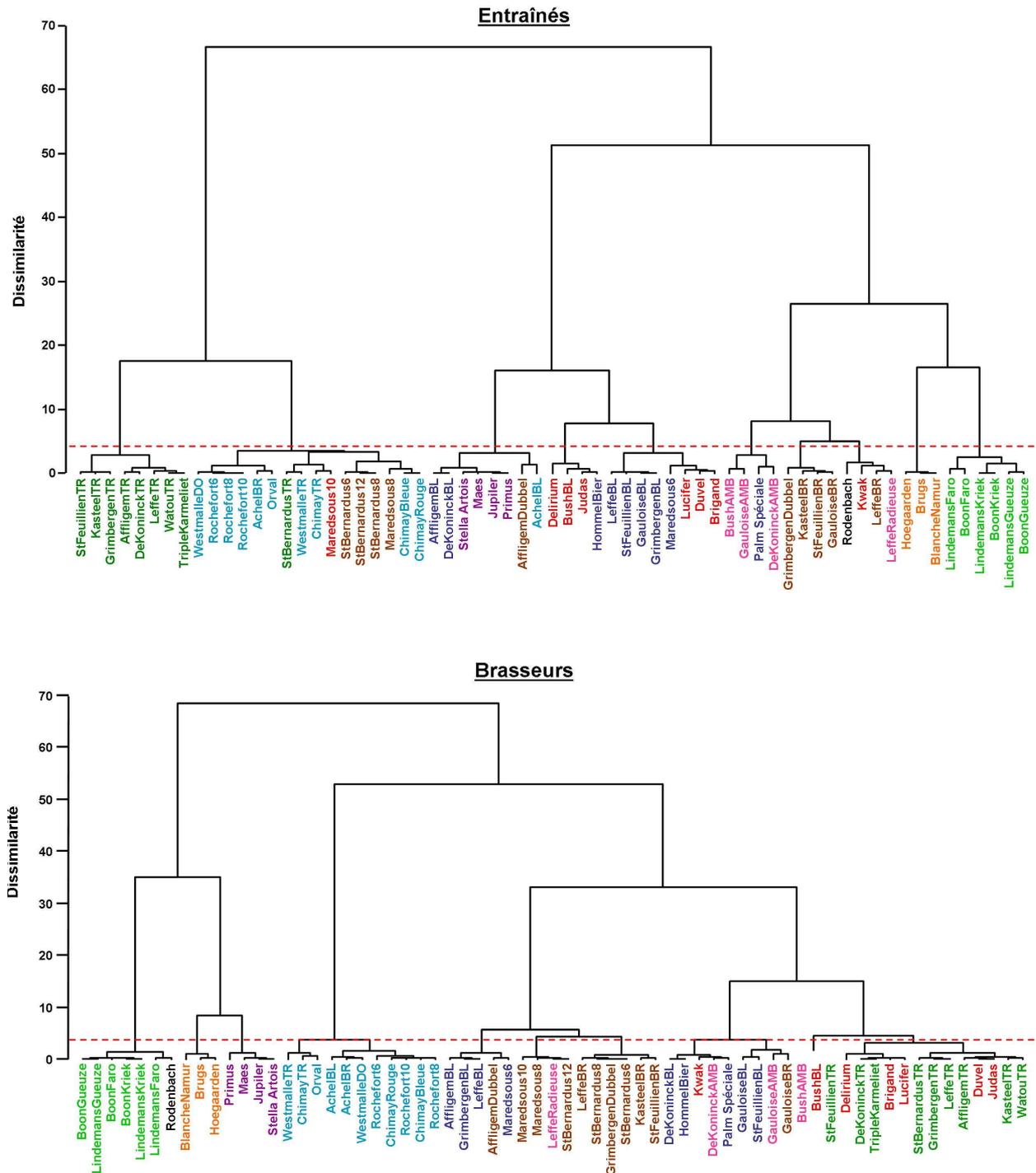
**Figure 15.** Stress associés solutions des MDS jusqu'aux 20 premières dimensions pour les données de tri de photos de bières des participants entraînés et des brasseurs.

Afin de comparer les résultats des deux groupes, un coefficient  $R_V$  a été calculé entre les participants entraînés et les brasseurs sur les coordonnées des bières sur les quatre premières dimensions de la MDS (voir Chapitre 1, § 2.4.). Ce coefficient ( $R_V = 0.51, p < 0.05$ ) indique que les catégorisations des photos de bières par les deux groupes de participants sont similaires.

La lecture des carte des 65 photos de bières issues des MDS étant illisibles et donc peu interprétables, seuls les dendrogrammes des CAH réalisées sur les coordonnées des produits sur les quatre premières dimensions sont présentés (Figure 16) pour les participants entraînés (en haut) et pour les brasseurs (en bas). La comparaison de ces deux dendrogrammes fait apparaître de nombreuses similarités. Une troncature en 10 classes fait tout d'abord apparaître que pour les deux groupes de participants, les trois bières blanches (Hoegaarden, Brugs et Blanche de Namur) sont catégorisées dans une même classe. Il en est de même pour les six bières de fermentation spontanée (Lindemans gueuze, kriek et faro, et Boon gueuze, kriek et faro). On peut remarquer que pour les brasseurs, la Rodenbach est placée dans la même classe que ces bières de fermentation spontanée, ce qui n'est pas tellement surprenant puisque la Rodenbach est une bière de fermentation mixte (fermentation haute et fermentation spontanée) dont la saveur acide la rapproche beaucoup des bières de fermentation spontanée. Par contre, pour les participants entraînés, la Rodenbach est catégorisée avec des bières ambrées et brunes, ce qui peut traduire le fait que la plupart des participants entraînés ne connaissent pas la Rodenbach pour ne l'avoir jamais testée pendant les séances d'entraînement.

Si on s'intéresse aux bières trappistes, on peut constater que pour les brasseurs, elles forment une classe à elles seules. Ainsi, les bières trappistes « doubles » ne sont pas regroupées avec les autres bières belges doubles, de même que les bières trappistes « triples » ne sont pas regroupées avec les autres bières belges triples. Ceci met en évidence que pour les brasseurs, les bières trappistes forment une catégorie à part entière, qui se différencie des autres bières belges. Pour les participants entraînés, les bières trappistes (à l'exception de l'Achel blonde) sont également regroupées dans une seule classe, mais elles sont mélangées avec d'autres bières. Il est intéressant de constater que parmi ces

bières, se trouvent les trois bières St Bernardus (6, 8 et 12). En effet, la brasserie St Bernard de Watou, qui brasse les bières St Bernardus, a produit sous licence les bières trappistes Westvleteren jusqu'en 1992, ce qui est encore aujourd'hui source de confusion pour la plupart des consommateurs. Cette méprise est renforcée par l'adresse de la brasserie écrite sur l'étiquette des bouteilles de St Bernardus : ces bières sont brassées dans la Trappistenweg (la rue des Trappistes) à Watou en Belgique.



**Figure 16.** Dendrogrammes des CAH réalisées sur les coordonnées des produits sur les quatre dimensions de la solution de MDS pour les participants entraînés (en haut) et les brasseurs (en bas) pour le tri sur les photos de bière. Les couleurs sont les mêmes que celles utilisées dans le tableau 3 pour identifier les différentes catégories théoriques de bières.

Par ailleurs, on peut remarquer que les bières blondes Pils (Primus, Maes, Jupiler et Stella Artois) sont regroupées dans une même classe pour les participants entraînés et les brasseurs. Pour les entraînés, ces quatre bières sont mélangées avec d'autres bières blondes (Affligem et De Koninck blondes) et avec une bière brune (Affligem double). A l'inverse, pour les brasseurs, les quatre bières Pils forment une classe à elles seules, et cette classe est ensuite agrégée par la CAH avec la classe des bières blanches. Ceci peut s'interpréter en termes de degré d'alcool et d'intensité aromatique : les bières blanches et les bières Pils ont un degré d'alcool globalement plus faible et sont plus moins aromatiques que les autres bières belges présentées dans cette épreuve.

Concernant les autres bières, pour les participants entraînés et les brasseurs, les bières blondes triples sont toutes catégorisées dans une même classe. Pour les entraînés cette classe n'est composée que de bières triples alors que pour les brasseurs, cette classe comprend également d'autres bières blondes telles que la Brigand, la Lucifer, la Judas ou la Duvel. Les bières ambrées sont également regroupées dans une même classe pour les participants entraînés, à l'exception de la Leffe Radieuse qui se trouve dans une autre classe. Ceci peut s'expliquer par le fait que le terme « ambré » n'apparaît pas sur l'étiquette de la bouteille de la Leffe. De même, une partie des bières brunes et doubles (Grimbergen double, Kasteel brune, St Feuillien brune) sont regroupées dans une même classe pour les participants entraînés et les brasseurs.

Globalement, il ressort de ces résultats que l'espace des bières belges est organisé **de façon similaire pour les participants entraînés et pour les brasseurs**. La couleur et le degré d'alcool des bières apparaissent comme des critères de catégorisation importants mais non primordiaux. Certaines catégories de bières telles que les bières trappistes ou les bières de fermentation spontanée semblent en effet s'affranchir du critère couleur. Par ailleurs, les regroupements de bières mis en évidence par les analyses statistiques correspondent aux catégories de bières trouvées en général dans la littérature brassicole traitant des bières belges (Jackson, 1999 ; d'Eer, 1998, 2005 ; Glover, 2001 ; Mastrojanni 1999 ; Webb, 2005).

#### **4. Epreuve de tri hiérarchique**

L'objectif principal de cette épreuve de tri hiérarchique était de comparer la catégorisation perceptive des participants entraînés et brasseurs et en particulier d'étudier si les deux groupes de participants catégorisaient les bières avec la même précision. Pour cela, nous avons choisi des bières appartenant à des catégories de bières *a priori* imbriquées les unes dans les autres. Un second objectif était de déterminer si les catégorisations de bières présentées dans les livres traitant de la bière ont une réalité sensorielle.

#### 4.1. Produits

Dix-huit bières belges ont été sélectionnées pour cette épreuve. Ces bières ont été choisies sur la base de la catégorisation des bières belges effectuée par Mario d’Eer (2005). Dans son livre, l’auteur propose une catégorisation des bières belges en deux groupes principaux (bières blondes et bières brunes), chacun étant ensuite subdivisé en trois sous-groupes (Figure 17).

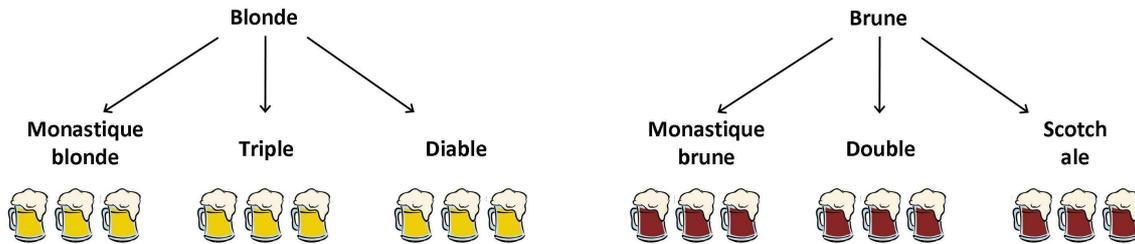


Figure 17. Schéma illustrant la catégorisation des bières belges (d’après d’Eer, 2005)

Pour chacun des six sous-groupes, trois bières ont été choisies parmi les bières proposées par l’auteur en illustration des exemplaires de chaque sous-groupe. Les 18 bières (3 bières × 6 sous-groupes) sont présentées dans le tableau 4.

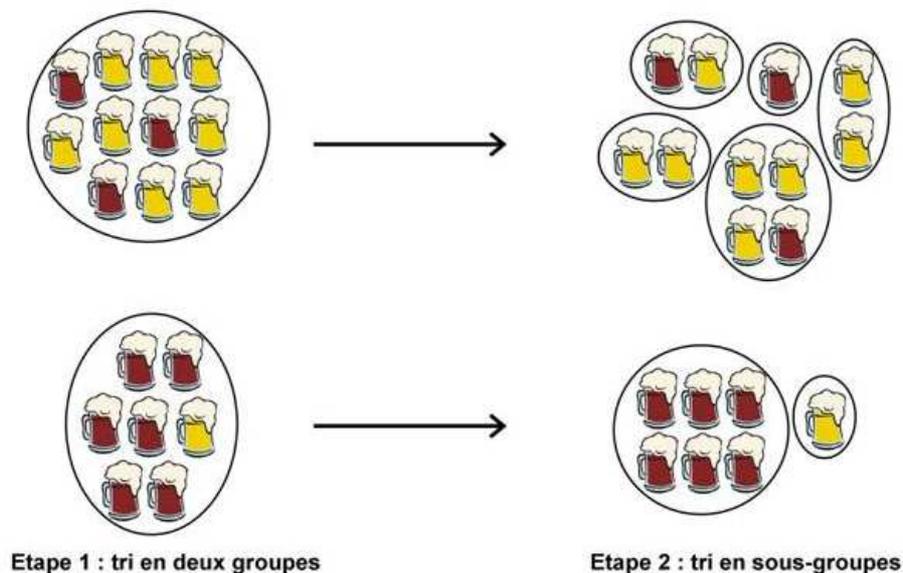
Tableau 4. Liste des 18 bières sélectionnées pour l’épreuve de tri hiérarchique.

Groupes principaux	Sous-groupes	Bières
Blondes	Monastiques blondes	Leffe St Feuillien Floreffe
	Triples	Kasteel St Bernardus Pater Lieven
	Diable	Duvel Judas Bière du Démon
Brunes	Monastiques brunes	Ciney Maredsous 6 St Benoît
	Doubles	Grimbergen Tongerlo Ename
	Scotch Ales	Scotch Silly Gordon Campbells

Les bières (30ml) ont été présentées dans des verres en verre noir codés et servies à une température de 10°C.

## 4.2. Procédure

L'épreuve consistait en deux étapes (Figure 18). L'expérimentateur commençait par donner les instructions de la première étape au participant (Annexe 3) qui recevait les 18 bières en même temps. Le participant devait sentir et goûter les 18 bières dans l'ordre proposé par l'expérimentateur (déterminé de façon aléatoire) et faire deux groupes en mettant ensemble les bières qui pour lui se ressemblaient. Aucune contrainte n'était imposée sur le nombre de bières contenues dans chacun des deux groupes (l'expérimentateur précisait notamment au participant qu'il n'était pas obligé de faire deux groupes de 9 bières). Lorsque le participant avait terminé, l'expérimentateur lui donnait les instructions de la seconde étape (Annexe 3). Le participant devait faire des sous-groupes de bières à l'intérieur de chacun des deux groupes qu'il venait de faire. Pour cela, il lui était demandé de prendre un des deux groupes de bières qu'il venait de faire, de sentir et de goûter à nouveau les bières de ce groupe et de faire des sous-groupes en mettant ensemble les bières qui pour lui se ressemblaient. Puis il lui était demandé de faire la même chose avec le second groupe qu'il venait de faire. Pour cette seconde étape, aucune contrainte n'était donnée sur le nombre de sous-groupes à faire dans chacun des deux groupes principaux. Chaque participant disposait de tout le temps qui lui était nécessaire. Il avait à sa disposition de l'eau minérale et des crackers pour se rincer la bouche entre les bières. Il avait la possibilité de cracher s'il le désirait. A la fin de la seconde étape, il était demandé au participant de préciser quels critères il avait utilisé pour faire les deux groupes principaux de bières ainsi que ceux utilisés ensuite pour faire les sous-groupes.



**Figure 18.** Schéma illustrant la procédure de l'épreuve de tri hiérarchique.

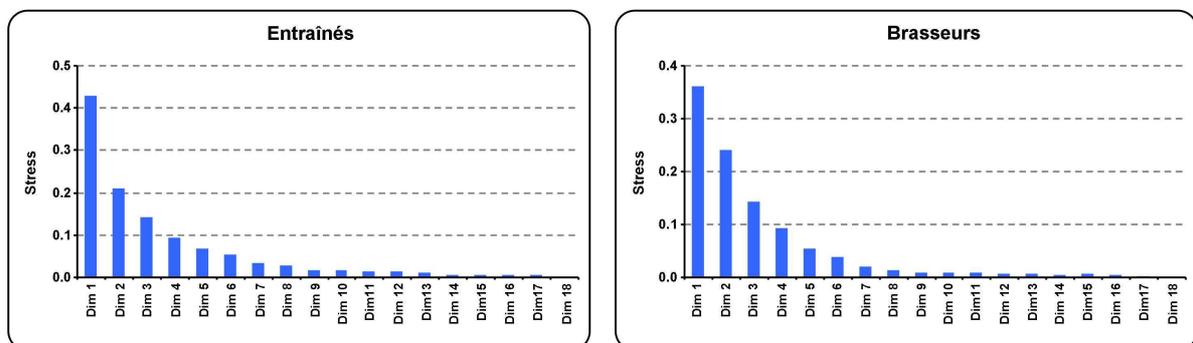
### 4.3. Traitement des données

Pour chaque participant, les données de tri obtenues lors de la première étape (tri en deux groupes) d'une part et celles obtenues lors de la seconde étape (tri en sous-groupes) d'autre part, ont été codées dans des matrices de similarité individuelles. Il s'agit d'une matrice 18×18 dans laquelle les lignes et les colonnes correspondent aux bières. Une valeur de 1 à l'intersection d'une ligne et d'une colonne données signifie que le participant a groupé les deux bières concernées ensemble alors qu'une valeur de 0 indique que les bières n'ont pas été groupées ensemble. Pour chaque groupe de participants (entraînés et brasseurs) et chaque étape, les matrices individuelles ont été sommées de façon à obtenir une matrice de similarité globale comprenant dans sa diagonale le nombre de participants de chaque groupe. Ces matrices ont été analysées par MDS non métrique, suivie d'une CAH réalisée sur les coordonnées des points sur les dimensions retenues.

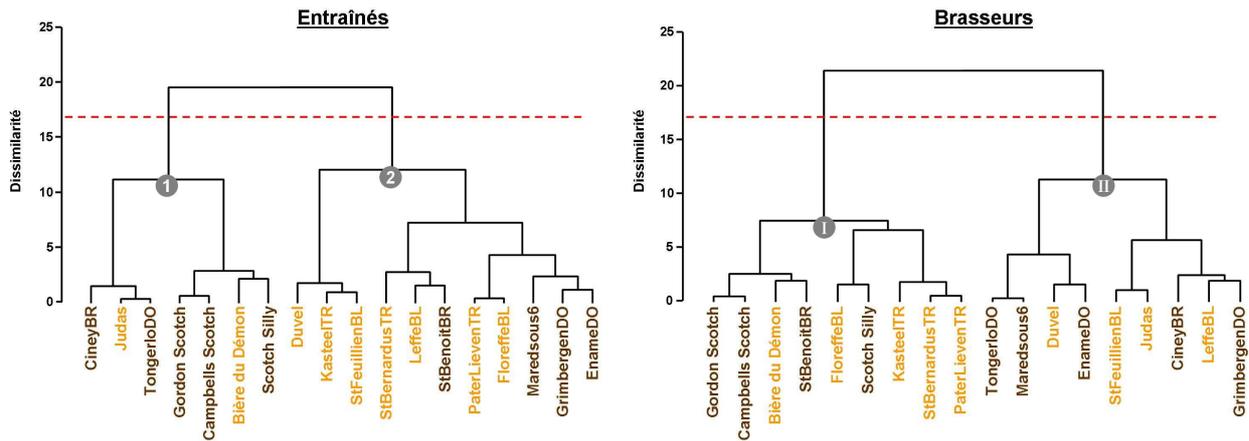
### 4.4. Résultats et discussion

#### 4.4.1. Première étape : tri en deux groupes

La figure 19 présente les graphiques des stress associés aux solutions des MDS obtenues pour les données de tri des participants entraînés et des brasseurs. On remarque que l'évolution du stress n'est pas la même pour les deux groupes de participants. La solution à une dimension des participants entraînés est associée à un stress plus important (0.428) que celle des brasseurs (0.361), et on remarque un saut entre les valeurs des stress associées aux solutions à une et deux dimensions pour les participants entraînés alors que le stress évolue de façon continue pour les brasseurs. Ceci indique que l'espace des brasseurs est plus multidimensionnel, plus complexe, que celui des participants entraînés. Nous avons gardé des solutions à quatre dimensions pour les participants entraînés et les brasseurs, ce qui permet d'obtenir un stress inférieur à 0.100 pour les deux groupes (stress = 0.093 pour les entraînés et les brasseurs).



**Figure 19.** Stress associés aux solutions des MDS pour les données de la première étape de tri de bières (tri en deux groupes) pour les participants entraînés et les brasseurs.



**Figure 20.** Dendrogrammes des CAH réalisées sur les coordonnées des points sur les quatre dimensions des MDS pour la première étape du tri hiérarchique, pour les participants entraînés (à gauche) et les brasseurs (à droite). Les bières brunes sont indiquées en marron et les bières blondes en jaune. La ligne rouge indique la troncature des dendrogrammes en deux classes.

La figure 20 présente les dendrogrammes des CAH réalisées sur les coordonnées des produits sur les quatre dimensions des MDS pour les participants entraînés (à gauche) et pour les brasseurs (à droite). La comparaison de ces deux dendrogrammes fait apparaître certaines similarités entre les catégorisations des participants entraînés et des brasseurs. Si on sépare le dendrogramme en deux classes, on constate que les trois Scotch ales (Gordon, Campbells et Scotch Silly) sont groupées dans la même classe, on constate que les trois bières triples (classes 2 et I) respectivement pour les entraînés et les brasseurs), de même que les trois bières triples (classes 2 et I). En revanche, ces deux catégories de bières (Scotch ales et triples) se trouvent dans la même classe pour les brasseurs mais pas pour les entraînés. On peut également observer que pour les deux groupes de participants, la Duvel, la St Feuillien blonde et la Leffe blonde sont groupées ensemble (classes 2 et II). De même, la Grimbergen double, la Maredsous 6 et l'Ename double se trouvent dans la même classe (classes 2 et II). Le coefficient  $R_V$  calculé entre les entraînés et les brasseurs sur les coordonnées des produits sur les quatre premières dimensions des MDS est significatif ( $R_V = 0.414, p < 0.05$ ), ce qui confirme que globalement, les catégorisations des bières en deux groupes sont assez similaires pour les entraînés et les brasseurs. On peut également comparer les catégorisations des participants entraînés et des brasseurs à la catégorisation théorique du livre. Cette catégorisation propose de séparer les bières blondes des bières brunes. L'observation des dendrogrammes suggère une tendance à séparer les blondes des brunes pour les entraînés mais pas pour les brasseurs. En effet, il semble que pour les entraînés, la classe codée 1 sur le dendrogramme contient proportionnellement plus de bières brunes que de bières blondes et inversement pour la classe codée 2 sur le dendrogramme.

Par ailleurs, l'étude des critères cités par les participants pour catégoriser les bières fait apparaître quelques différences entre les entraînés et les brasseurs. En effet, une partie des brasseurs (5 brasseurs sur 14) déclarent avoir fait leur tri sur la base de critères hédoniques uniquement. Les autres brasseurs

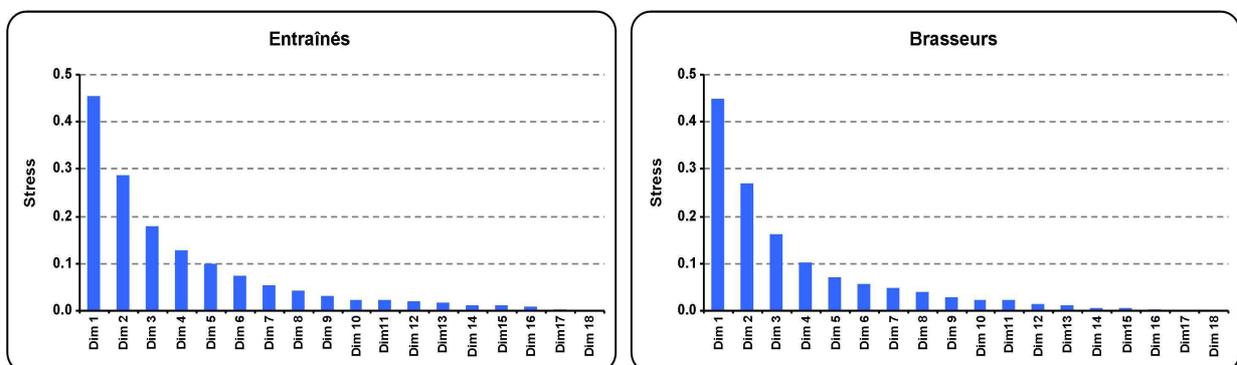
citent des critères plus objectifs tels que l'odeur, l'amertume, l'intensité ou la nature de l'arôme malté, la présence de défauts, etc. Aucun participant entraîné n'a déclaré avoir catégorisé les bières sur la base de critères hédoniques. Tous citent des critères qualitatifs et/ou quantitatifs tels que l'amertume, l'acidité, les arômes maltés, la présence ou non de défauts, les arômes fruités, floraux, etc. Il est intéressant de noter que tous les critères cités par les participants entraînés sont en fait des descripteurs sur lesquels ils sont régulièrement entraînés lors des séances de panel.

Ainsi, les catégorisations des bières belges réalisées par les participants entraînés et les brasseurs lors de la première étape du tri hiérarchique sont similaires mais ne correspondent pas tout à fait à la catégorisation théorique du livre. Nous allons maintenant étudier les résultats de la seconde étape du tri (tri en sous-groupes).

#### 4.4.2. Seconde étape : tri en sous-groupes

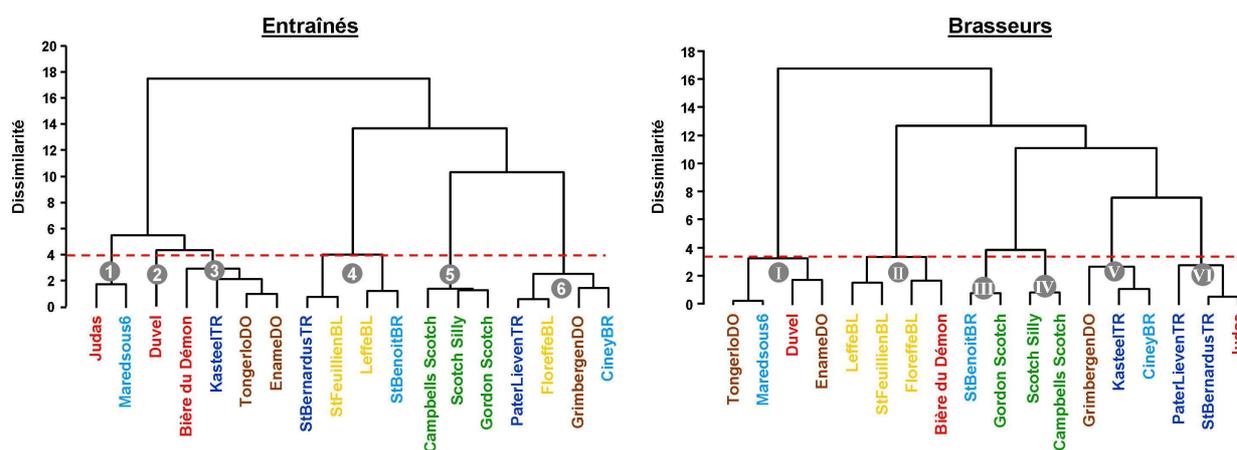
En moyenne, les participants entraînés ont effectué  $5.9 \pm 1.7$  sous-groupes de bières et les brasseurs  $5.4 \pm 2.2$  sous-groupes. La différence de nombre de sous-groupes n'est pas significativement différente [ $t(29)=0.80$ , *ns*], ce qui suggère que globalement, les entraînés et les brasseurs ont perceptivement catégorisé les bières belges proposées avec la même précision.

La figure 21 présente les graphiques des stress associés aux solutions des MDS réalisées sur les données de tri en sous-groupes des participants entraînés et des brasseurs. On peut observer que l'évolution de ces stress est à peu près similaire pour les deux groupes de participants. Des Solutions à quatre dimensions ont été retenues pour représenter les espaces des participants entraînés et des brasseurs, permettant d'obtenir un stress d'environ 0.100 (stress des entraînés = 0.127 ; stress des brasseurs = 0.103).



**Figure 21.** Stress associé aux solutions avec 1 à 18 dimensions des MDS réalisées sur les données de la seconde étape de tri de bières (tri en sous-groupes) pour les participants entraînés et les brasseurs.

La figure 22 présente les dendrogrammes des CAH réalisées sur les coordonnées des produits sur les quatre dimensions des MDS pour les participants entraînés et les brasseurs. La comparaison de ces deux dendrogrammes laisse globalement apparaître peu de similitudes entre les catégorisations des entraînés et des brasseurs. Néanmoins, on peut noter que la Campbells Scotch et la Scotch Silly se trouvent dans la même classe pour les deux groupes de participants (classes 5 et IV respectivement pour les entraînés et les brasseurs). De même, la Lefe blonde et la St Feuillien blonde (classes 4 et II) sont regroupées dans une même catégorie pour les entraînés et les brasseurs, mais ces catégories 4 et II comprennent d'autres bières qui diffèrent entre les deux groupes de participants. Il en est de même pour la Grimbergen double et la Ciney brune, regroupées dans les classes 6 et V respectivement pour les entraînés et les brasseurs, et pour l'Ename double et la Tongerlo double, regroupées dans les classes 3 et I. Le coefficient  $R_V$  calculé entre les participants entraînés et les brasseurs sur les coordonnées des bières sur les quatre premières dimensions des MDS confirme que les catégorisations des deux groupes de participants sont différentes ( $R_V = 0.311, ns$ ).



**Figure 22.** Dendrogrammes des CAH réalisées sur les coordonnées des points sur les quatre dimensions des MDS pour la seconde étape du tri hiérarchique, pour les participants entraînés (à gauche) et les brasseurs (à droite). Les couleurs sont les mêmes que celles utilisées dans le tableau 4 pour identifier les différentes catégories théoriques de bières. La ligne rouge indique la troncature des dendrogrammes en deux classes.

Par ailleurs, l'observation des dendrogrammes des participants entraînés et des brasseurs met en évidence que les six catégories de bières issues de la CAH ne correspondent pas vraiment aux six catégories théoriques. On peut néanmoins remarquer que pour les participants entraînés, les trois Scotch ales sont regroupées dans une même catégorie (classe 5). Pour les brasseurs, seulement deux de ces trois bières (Scotch Silly et Campbells Scotch) sont regroupées dans une même classe (classe IV), et la troisième (Gordon Scotch) se trouve dans la classe III qui est directement agrégée avec la classe IV. Les trois bières monastiques blondes sont également regroupées dans une même classe (classe II) pour les brasseurs, mais associée à la Bière du Démon. Afin d'évaluer plus précisément la similarité entre les catégorisations perceptives des participants et la catégorisation théorique, une matrice de distance globale « théorique » a été construite pour les entraînés d'une part et pour les brasseurs

d'autre part. Comme les matrices codant les données réelles des participants, il s'agit d'une matrice carrée 18×18 comprenant dans sa diagonale le nombre de participants de chaque groupe, et qui traduit le fait que tous les participants de chaque groupe ont réalisé la catégorisation théorique des bières. On considère donc que tous les participants ont réalisé six sous-groupes qui correspondent exactement aux six sous-groupes théoriques. Ces deux matrices « théoriques » ont été analysées avec une MDS. Des coefficients  $R_V$  ont été calculés entre la catégorisation réelle et la catégorisation théorique sur les coordonnées des produits sur les quatre premières dimensions des MDS, pour les participants entraînés d'une part et les brasseurs d'autre part. Le coefficient  $R_V$  est significatif pour les participants entraînés ( $R_V = 0.387$ ,  $p < 0.05$ ) mais pas pour les brasseurs ( $R_V = 0.352$ ,  $ns$ ). Contrairement aux observations graphiques précédentes, la catégorisation des bières en sous-groupes par les entraînés n'est pas complètement différente de la catégorisation théorique. Notons toutefois que les valeurs des coefficients  $R_V$  sont très proches pour les entraînés et les brasseurs. Le fait que celui des participants entraînés soit significatif et pas celui des brasseurs peut être dû au regroupement des trois bières Scotch ales pour les entraînés.

Finalement, les critères cités par les participants entraînés et les brasseurs pour catégoriser les bières en sous-groupes ont été étudiés. Il apparaît que la moitié des brasseurs déclarent se fonder sur des critères hédoniques uniquement. L'autre moitié cite des critères tels que le sucré, les arômes, l'amertume, les défauts, etc. Les participants entraînés quant à eux, se fondent uniquement sur des critères qualitatifs et/ou quantitatifs tels que le sucré, l'amertume, les arômes, les défauts, etc. Comme lors l'étape de tri en deux groupes, tous les critères cités correspondent à des descripteurs sur lesquels les participants sont entraînés.

Pour résumer, les catégorisations perceptives des bières belges réalisées par les participants entraînés et les brasseurs lors de la seconde étape du tri hiérarchique sont **différentes**. Même si lors de la première étape, les catégorisations des participants entraînés et des brasseurs étaient significativement similaires, les groupes de bières n'étaient pas parfaitement identiques et le fait de les subdiviser lors de la seconde étape a augmenté les différences. Il n'est donc pas surprenant que les catégorisations réalisées lors de la seconde étape ne soient plus similaires entre les entraînés et les brasseurs. Par ailleurs, seule la catégorisation des participants entraînés suit la catégorisation théorique du livre. Ce résultat est cependant à prendre avec précaution car l'analyse des dendrogrammes des CAH a tout de même révélé très peu de similarités entre les groupes de bières réels et théoriques. Comme souligné plus haut, ce résultat est certainement dû au seul regroupement des trois Scotch ales. La catégorisation sensorielle des brasseurs semblent fondée sur d'autres critères que ceux utilisés par d'Eer (2005) pour sa catégorisation théorique.

## 5. Epreuve discriminative

L'objectif de cette épreuve était de comparer les performances discriminatives des participants entraînés et des brasseurs. Les participants ont pour cela réalisé des tests triangulaires.

### 5.1. Produits

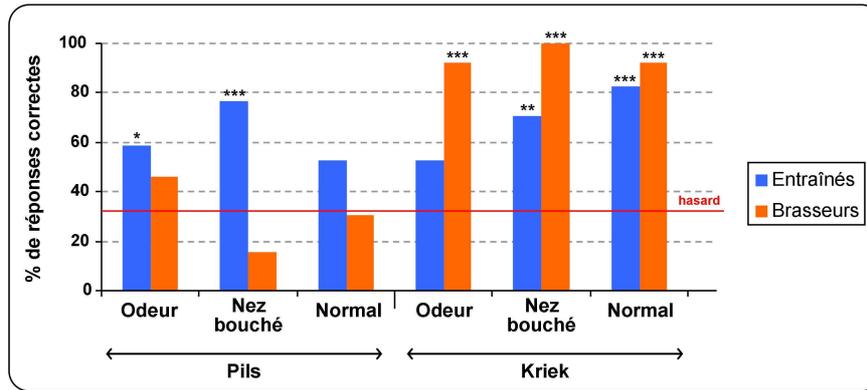
Deux paires de bières ont été testées. La première paire était composée de bières de type Pils (bières blondes de fermentation basse, peu alcoolisées) : la **Stella Artois** et la **Maes**. La seconde paire était composée de bières de type Kriek (bières de fermentation spontanée aromatisées à la cerise) : la **Mort Subite Kriek Originale** et la **Mort Subite Xtrême Kriek**. Les bières (30ml) ont été présentées dans des verres en verre noirs codés et servies à une température de 10°C.

### 5.2. Procédure

Chaque participant a réalisé deux séries de trois tests triangulaires (soit six tests au total). Pour chacun des six tests triangulaires, le participant recevait trois bières codées. Il était informé que parmi ces trois bières, deux étaient identiques et la troisième était différente. Sa tâche consistait à trouver la bière différente des deux autres. Il devait impérativement donner une réponse, même au hasard. Il avait la possibilité de regoûter les bières autant de fois qu'il le souhaitait. La première série de tests était réalisée avec la paire de bières Pils et la seconde série avec la paire de bières Kriek (Annexe 3). Pour chaque série, trois conditions de dégustation ont été testées. Pour le premier test de chaque série, le participant devait trouver la bière différente uniquement en sentant les bières. Pour le deuxième test, il était demandé au participant de placer un pince-nez sur son nez, de goûter les bières et de déterminer la bière différente. Enfin pour le troisième test, le participant devait déterminer la bière différente en goûtant normalement. Ainsi, chaque participant effectuait ses trois tests triangulaires sur la paire de bières Pils, en sentant, en goûtant avec le pince-nez puis en goûtant normalement et recommençait avec la paire de bières Kriek. Pour chaque test triangulaire, le participant recevait trois nouvelles bières codées afin qu'il ne se doute pas que les bières étaient les mêmes au sein de chaque série.

### 5.3. Résultats et discussion

Pour chacun des six tests triangulaires, le pourcentage de participants ayant trouvé la réponse correcte, c'est-à-dire la bière différente des deux autres, a été calculé pour les entraînés et les brasseurs. La figure 23 présente les résultats.



**Figure 23.** Pourcentage de réponses correctes obtenues pour les deux séries de tests triangulaires (bières Pils et bières Kriek) réalisés dans les trois conditions de dégustation (odeur, en goûtant avec le nez bouché et en goûtant normalement) pour les participants entraînés et les brasseurs. Les étoiles indiquent le niveau de probabilité associée à la loi binomiale ( $P = 1/3$ ) : \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$ . La ligne horizontale rouge indique le pourcentage de réponses correctes obtenu sous le hasard (33% de réponses correctes).

La loi binomiale ( $P = 1/3$ ) indique que les participants entraînés ont perçu une différence significative entre la Stella Artois et la Maes (bières Pils) lorsqu'ils ont réalisé le test triangulaire en sentant les bières (pourcentage de réponses correctes = 58.8%,  $p < 0.05$ ) et une différence hautement significative lorsqu'ils ont réalisé le test en goûtant les bières avec le nez bouché (pourcentage de réponses correctes = 76.5%,  $p < 0.001$ ). En revanche, ils n'ont pas perçu de différence entre les deux bières Pils lorsqu'ils les ont goûtées normalement (pourcentage de réponses correctes = 52.9%, *ns*). Pour la paire de bières Kriek, les participants entraînés ont perçu une différence significative entre la Kriek Originale et la Kriek Xtrême lorsqu'ils ont goûté les deux bières avec le nez bouché (pourcentage de réponses correctes = 70.6%,  $p < 0.01$ ) et une différence hautement significative lorsqu'ils les ont goûtées normalement (pourcentage de réponses correctes = 82.4%,  $p < 0.001$ ). En revanche, ils n'ont pas perçu de différence entre les deux bières Kriek lorsqu'ils ont réalisé le test triangulaire à l'odeur uniquement (pourcentage de réponses correctes = 52.9%, *ns*). Pour les brasseurs, la loi binomiale ( $P = 1/3$ ) indique qu'ils n'ont pas discriminé la Stella Artois et la Maes (bières Pils), quelle que soit la condition de dégustation (odeur, nez bouché et normale). En revanche, ils ont perçu une différence hautement significative entre la Kriek Originale et la Kriek Xtrême pour la condition odeur (pourcentage de réponses correctes = 85.7%,  $p < 0.001$ ), pour la condition avec le nez bouché (pourcentage de réponses correctes = 100.0%,  $p < 0.001$ ) et pour la condition normale (pourcentage de réponses correctes = 92.9%,  $p < 0.001$ ).

Les réponses des participants ont ensuite été codées en 0 et 1 pour les six tests triangulaires. Pour chaque participant, une valeur de 1 a été attribuée s'il a trouvé la réponse correcte au test et une valeur de 0 s'il n'a pas trouvé la réponse correcte. Une ANOVA à trois facteurs a ensuite été réalisée avec le type d'expertise (*entraînés/brasseurs*) comme variable inter-sujet, le type de bières (*Pils/Kriek*) et la condition de dégustation (*odeur/nez bouché/normale*) comme variables intra-sujet et les réponses

codées en 0 et 1 comme variable dépendante. Un effet du type de bière sur les réponses est observé [ $F(1, 170) = 23.26, p < 0.0001$ ]. Le pourcentage de réponses correctes pour les bières Kriek ( $M = 80.0 \pm 22.5\%$ ) est en moyenne supérieur à celui des bières Pils ( $M = 48.9 \pm 32.4\%$ ). Cet effet doit être analysé en tenant compte de l'interaction entre le type d'expertise et le type de bières [ $F(1, 170) = 20.00, p < 0.0001$ ], qui suggère que les performances des participants entraînés et des brasseurs ne sont pas identiques pour les tests triangulaires sur les bières Pils et pour ceux sur les bières Kriek. Deux tests de Student ont été réalisés entre les réponses des participants entraînés et celles des brasseurs pour les bières Pils d'une part, et les bières Kriek d'autre part. Ces tests révèlent que les participants entraînés ont obtenu de meilleurs résultats ( $M = 62.7 \pm 28.6\%$ ) que les brasseurs ( $M = 30.8 \pm 28.7\%$ ) pour les bières Pils. A l'inverse, les brasseurs ont obtenu de meilleurs résultats ( $M = 94.9 \pm 12.5\%$ ) que les participants entraînés ( $M = 68.6 \pm 22.0\%$ ) pour les bières Kriek.

Ces résultats mettent en évidence un **effet de la familiarité sur la discrimination** des bières. En effet, les brasseurs sont davantage familiers des bières Kriek que les participants entraînés qui n'en ont jamais dégusté lors des séances d'entraînement du panel. Parmi les brasseurs ayant participé à l'étude, certains brassent régulièrement ce type de bières. A l'inverse, nous faisons l'hypothèse que les participants entraînés sont plus familiers des bières Pils que les brasseurs puisque ce type de bières sert de base aux ajouts de molécules aromatiques ou de composés de la bière dans le cadre de leur entraînement (Annexe 1). En effet, les bières Pils en général servent de base à l'entraînement des panélistes. Les brasseurs belges, quant à eux, brassent essentiellement des bières belges plus typées d'un point de vue aromatique et plus alcoolisées. Toutefois, il est intéressant de noter que les participants entraînés discriminent globalement aussi bien les bières Pils que les bières Kriek, contrairement aux brasseurs qui ne discriminent pas les Pils.

## 6. Conclusion

L'objectif principal de cette étude était de comparer les catégorisations perceptives et conceptuelles de deux types d'expertise vis-à-vis de la bière : une expertise sensorielle (participants entraînés) et une expertise professionnelle (brasseurs). Les catégorisations conceptuelles ont été évaluées grâce à une épreuve de tri de photos de bières et les catégorisations perceptives grâce à une épreuve de tri hiérarchique de bières. Il est apparu que l'**organisation conceptuelle** de l'espace des bières belges était très similaire pour les entraînés et les brasseurs. Les deux groupes de participants ont catégorisé les bières belges avec la même finesse et les catégorisations obtenues correspondaient globalement aux catégorisations des bières belges trouvées dans la plupart des livres traitant de la bière. Concernant l'**organisation perceptive** des bières belges, il est ressorti que les participants entraînés et les brasseurs ne catégorisaient globalement pas les bières belges de la même façon, même si aucune différence dans la finesse des catégorisations entre les deux groupes de participants n'a été relevée.

Notre hypothèse, basée sur les résultats de notre étude précédente et sur les résultats des études de Solomon (1997) et Ballester *et al.* (2008), était que la nature même de l'expertise peut avoir une influence sur la catégorisation et que des panélistes entraînés à l'évaluation sensorielle et des professionnels ne fonctionnent pas de la même façon. Les résultats de l'étude présentée ici confirment cette hypothèse puisqu'en comparant directement des participants entraînés et des professionnels de la bière, nous avons trouvé que ces deux types d'experts ne catégorisaient pas les bières de la même façon. Ces différences de catégorisation perceptive observées entre les participants entraînés et les brasseurs peuvent en partie être expliquées par les différences de capacités discriminatives entre les deux groupes. Des tests triangulaires ont en effet mis en évidence des performances différentes des deux groupes de participants selon leur degré de familiarité avec les bières testées. Il est probable que la familiarité vis-à-vis des bières à catégoriser dans l'épreuve du tri hiérarchique était différente pour les participants entraînés et les brasseurs, voire même que la familiarité au sein d'un groupe de participants variait selon les bières. Il nous est difficile de vérifier cette hypothèse pour les brasseurs, mais en ce qui concerne les entraînés, nous savons que certaines bières leur sont plus familières que d'autres car elles sont dégustées régulièrement pendant les séances d'entraînement du panel. C'est le cas notamment de la Duvel et de la Leffe blonde, qui sont fréquemment présentées au panel comme référence de descripteurs sensoriels (l'amertume pour la Duvel et l'arôme phénol pour la Leffe), et dans une moindre mesure, de la St Feuillien blonde, de la St Bernardus triple, de la Bière du Démon, de la Grimbergen et de la Maredsous 6, qui ont été présentées quelquefois au panel. Par ailleurs, les catégorisations perceptives des participants étaient globalement assez différentes de la catégorisation théorique extraite d'un livre sur la bière.

L'ensemble de ces résultats suggère que le **type d'expertise a un effet sur la catégorisation perceptive des bières mais pas sur la catégorisation conceptuelle**. Par ailleurs, il semble que les catégorisations de bières trouvées dans les livres soient davantage conceptuelles que perceptives. Pour vérifier cela, il serait intéressant de reproduire l'épreuve de tri de photos de bières mais en dégustant réellement les bières afin de comparer plus directement la catégorisation conceptuelle et la catégorisation perceptive. Etant donné le nombre important de bières pour cette épreuve (65 bières), il faudrait que le tri soit fait sur des blocs incomplets équilibrés de bières. Cependant, ce tri nécessiterait un nombre très important de participants, ce qui le rend impossible avec les panélistes entraînés qui ne sont au maximum qu'une vingtaine. De même, il serait intéressant de reproduire l'épreuve de tri hiérarchique mais cette fois-ci en utilisant les photos des bières et non pas les bières réelles. Le croisement de l'ensemble de ces données de tri permettrait d'apporter des informations plus précises et plus complètes sur les différences entre les catégorisations perceptives et conceptuelles des bières.

## **Chapitre 3**

---

### **Etude d'une catégorie conceptuelle : les bières Trappistes**

## 1. Introduction

Dans cette troisième étude, nous nous sommes intéressés à une catégorie de bières en particulier : **les bières Trappistes**. La catégorie des bières trappistes est la seule catégorie de bières clairement définie par une réglementation internationale. Une bière trappiste est une bière brassée par ou sous le contrôle des moines trappistes. Ces moines appartiennent à l’Ordre des Cisterciens de la Stricte Observance, appelés communément Trappistes. Ces moines suivent le Christ selon la Règle de Saint-Benoît, document écrit au VI<sup>ème</sup> siècle. Le nom « Trappiste » provient d’un mouvement de réforme à partir du monastère français La Trappe en Normandie. Les communautés qui suivent cette réforme s’appellent « Trappistes ». Les bières trappistes doivent être brassées dans le respect des critères définis par l’Association Trappiste Internationale si elles veulent pouvoir arborer le logo hexagonal « Authentic Trappist Product » (Figure 24).



**Figure 24.** Logo « Authentic Trappist Product » délivré par l’Association Trappiste Internationale.

Les trois conditions requises pour répondre à l’appellation trappiste sont :

- la bière doit être brassée au sein d’une abbaye trappiste
- la bière doit être fabriquée par ou sous le contrôle de la communauté religieuse trappiste
- l’essentiel des revenus générés par sa vente doit être consacré à des œuvres à caractère social.

Il n’existe que **sept brasseries trappistes** dans le monde. Six sont **belges** (trois en région flamande et trois en région wallonne) et une est **néerlandaise**. Chaque brasserie brasse une ou plusieurs bières, toutes de fermentation haute (Tableau 5). Cette caractéristique fait des bières trappistes une catégorie d’étude très intéressante puisqu’elle compte un nombre fini de bières.

Nous avons vu dans le chapitre précédent que les panélistes entraînés et les brasseurs belges avaient catégorisé les photos des bières trappistes ensemble, quelle que soit leur couleur, leur brasserie ou leur degré alcoolique, suggérant qu’il existe un **concept de bières trappistes** qui se distingue des autres bières belges. Il semble en effet exister autour des bières trappistes une sorte « d’aura », peut-être due à leur origine religieuse, qui les place à part des autres bières aux yeux des consommateurs. Mais ce concept est-il fondé uniquement sur une réglementation ou bien les bières trappistes possèdent-elles des caractéristiques sensorielles communes qui les différencient des autres bières ? Cette catégorie de bières est-elle perçue de la même façon par des personnes d’expertise différente ?

Tableau 5. Liste des bières trappistes.

Brasserie	Origine géographique	Bière	Couleur	Degré alcoolique
Chimay	Belgique	Chimay rouge	brune-ambrée	7% vol.
		Chimay bleue	brune	9% vol.
		Chimay blanche (ou triple)	blonde	8% vol.
		Chimay dorée <i>(disponible uniquement sur place)</i>	blonde	4.8% vol.
Westmalle	Belgique	Westmalle triple	blonde	9.5% vol.
		Westmalle double	brune	7% vol.
		Extra de Westmalle	/	/
		<i>(non proposée à la vente)</i>		
Westvleteren	Belgique	Spéciale 6 (capsule rouge)	brune	6.2% vol.
		Extra 8 (capsule bleue)	brune	8% vol.
		Abbé 12 (capsule jaune)	brune	11.5% vol.
		Double (capsule verte) <i>(non proposée à la vente)</i>	/	4% vol.
Achel	Belgique	Achel blonde	blonde	8% vol.
		Achel brune	brune	8% vol.
		Achel brune extra	brune	9.5% vol.
		Achel 8	blonde	8% vol.
		Achel "5" <i>(non proposée à la vente)</i>	ambrée	5% vol.
		la "5" <i>(non proposée à la vente)</i>	blonde	/
Rochefort	Belgique	Rochefort 6 (capsule rouge)	brune	7.5% vol.
		Rochefort 8 (capsule verte)	brune	9.2% vol.
		Rochefort 10 (capsule bleue)	brune	11.3% vol.
Orval	Belgique	Orval	blonde	6.2% vol.
La Trappe	Pays-Bas	Blond	blonde	6.5% vol.
		Dubbel	brune	7% vol.
		Tripel	blonde	8% vol.
		Quadrupel	ambrée	10% vol.
		Witte Trappist	blanche	5.5% vol.
		Bockbier	ambrée	7% vol.

L’objectif de cette troisième étude était de répondre à ces questions. Nous avons vu dans le premier chapitre qu’aucune différence de catégorisation des bières n’a été mise en évidence entre les participants entraînés et des novices. Dans cette étude, nous avons choisi de tester un autre type d’expertise, celle de participants dits « **avisés** », habitués à déguster des bières (et notamment des bières trappistes), mais de façon informelle. Ces participants avisés étaient les habitants de Eppe Sauvage et de ses environs, un petit village du Nord de la France situé à la frontière belge, à une vingtaine de kilomètres de la brasserie de Chimay. Dans une région à forte tradition brassicole, les participants avisés sont très familiers de la bière en général et des bières trappistes en particulier. En comparaison avec les panélistes entraînés, il s’agit davantage d’une expérience personnelle : les avisés n’ont reçu aucun entraînement formel à la dégustation de bière, mais la bière étant « la » boisson locale, ils en boivent très régulièrement et les dégustations sont l’occasion d’un moment convivial entre amis ou en famille, au cours desquels ils échangent sur la bière. Dans cette étude, nous avons donc comparé la perception de la catégorie des bières trappistes par trois groupes de participants

d’expertise différentes, les participants entraînés, les participants avisés et des novices, afin d’évaluer si la représentation mentale de cette catégorie s’appuie sur des informations conceptuelles uniquement (la notion de réglementation ou de « bière religieuse » par exemple) ou également sur des informations perceptives.

Pour cela, nous avons mis en place des épreuves dont le principe était de comparer les similitudes sensorielles entre les bières trappistes et des bières non trappistes. Nous avons supposé que si les bières trappistes possédaient des similarités sensorielles qui les différencient des autres bières et en font une catégorie sensorielle de bières, elles devraient être plus souvent associées entre elles qu’avec d’autres bières lors d’épreuves de similarité sensorielle (épreuve de tri par exemple). De plus, nous avons fait l’hypothèse que les participants avisés, plus familiers des bières trappistes que les participants entraînés et novices, associeraient les bières trappistes ensemble plus facilement que les novices ou les entraînés. En effet, de par leur exposition répétée aux bières trappistes, les participants avisés ont pu extraire les caractéristiques sensorielles communes à ces bières, formant une représentation mentale de cette catégorie s’appuyant à la fois sur des informations conceptuelles et sur des informations sensorielles. Trois types d’épreuves ont été réalisées. La première épreuve était un **test triangulaire** dont l’objectif était de comparer les capacités discriminatives des trois groupes de participants. La deuxième épreuve était une épreuve d’**appariement sensoriel** de bières dont l’objectif était d’évaluer si les bières trappistes étaient plus souvent associées entre elles qu’avec des bières non trappistes, en fonction du degré d’expertise des participants. La dernière épreuve consistait en une **tâche de tri** de bières trappistes et non trappistes ayant pour objectif de tester la catégorisation des bières trappistes ensemble selon le degré d’expertise des participants. Afin de sélectionner les bières trappistes et non trappistes utilisées pour chaque épreuve, un **test préliminaire** de caractérisation sensorielle des bières trappistes et de différentes bières non trappistes du commerce a été réalisé par le panel entraîné.

## 2. Test préliminaire

L’objectif de ce test préliminaire était de caractériser une grande majorité des bières trappistes ainsi que des bières non trappistes du commerce, afin de choisir les bières qui seraient utilisées pour chaque épreuve dans la suite de l’étude. Pour cela, des profils sensoriels des bières ont été réalisés par le panel entraîné.

### 2.1. Matériel et méthodes

#### 2.1.1. Participants

Le profil sensoriel des bières a été réalisé par 13 participants entraînés (5 femmes et 7 hommes, âge

*moyen* = 37.5 ans, *écart-type* = 10.2 ans) faisant partie du panel entraîné. Au moment de ce test préliminaire, ils avaient intégré le panel en moyenne depuis 3.8 ans (*écart-type* = 1.6 ans).

### 2.1.2. Produits

Les panélistes ont décrit 28 bières : 10 bières trappistes et 18 bières non trappistes. Seules les bières trappistes belges disponibles dans le commerce ont été caractérisées. Ainsi, les bières de la brasserie Westvleteren n’ont pas été utilisées pour cette étude car elles ne sont vendues qu’à l’abbaye et en quantité limitée. Pour les bières de la brasserie Achel, seules la blonde et la brune ont été utilisées car les autres bières se trouvent difficilement dans le commerce. Il en est de même pour la Rochefort 6 qui n’est produite que deux fois par an. Les bières non trappistes, quant à elles, ont été choisies dans le commerce comme appartenant au même univers que les bières trappistes en termes d’origine géographique (bières belges et du Nord de la France) et de caractéristiques techniques (fermentation haute, degré alcoolique assez élevé). Les 28 bières caractérisées par le panel sont présentées dans le tableau 6.

**Tableau 6.** Liste des bières trappistes et non trappistes caractérisées par le panel entraîné.

<b>Bières trappistes</b>	<b>Bières non trappistes</b>
Chimay rouge <i>brune/ambrée</i>	Pater Lieven <i>blonde</i>
Chimay bleue <i>brune</i>	St Bernardus 8 <i>brune</i>
Chimay blanche <i>blonde</i>	Val Dieu <i>brune</i>
Westmalle double <i>brune</i>	Gouyasse <i>blonde</i>
Westmalle triple <i>blonde</i>	St bernardus 12 <i>brune</i>
Rochefort 8 <i>brune</i>	Witkap double <i>brune</i>
Rochefort 10 <i>brune</i>	Corsendonk <i>brune</i>
Achel <i>blonde</i>	Gauloise <i>ambrée</i>
Achel <i>brune</i>	Val Dieu triple <i>blonde</i>
Orval <i>blonde</i>	Choulette <i>ambrée</i>
	Duvel <i>blonde</i>
	Goudale <i>blonde</i>
	Grimbergen <i>blonde</i>
	Jenlain <i>blonde</i>
	Kasteel <i>brune</i>
	3 monts <i>blonde</i>
	Jenlain <i>ambrée</i>
	Kwak <i>blonde/ambrée</i>

Les bières (15cl) ont été présentées dans des verres en verre transparent et servies à une température de 10°C.

### 2.1.3. Procédure

Pour chaque bière, les panélistes ont évalué l’intensité des 40 descripteurs (20 descripteurs généraux et 20 descripteurs d’arômes) constituant leur liste descriptive habituelle (Annexe 1). Le questionnaire soumis aux panélistes via le logiciel FIZZ® était identique à celui présenté en Annexe 1. Etant donné le nombre important de bières à caractériser, celles-ci ont été divisées en deux blocs de quatre bières et quatre blocs de cinq bières. Chaque bloc a été évalué lors de séances différentes. Les bières ont été évaluées deux fois. Ainsi, chaque panéliste a participé à 12 séances de caractérisation (6 blocs × 2 répétitions). Les bières ont été présentées de façon monadique sous lumière blanche, suivant un plan de présentation de type carré latin de Williams.

### 2.1.4. Analyse des résultats

Les notes recueillies ont été moyennées sur l’ensemble des panélistes et sur l’ensemble des deux répétitions pour chaque descripteur. La matrice obtenue comprend les données des 18 bières en ligne et des 40 descripteurs en colonne. Cette matrice a été analysée avec une Analyse en Composante Principale (ACP) normée.

## 2.2. Résultats

### 2.2.1. Caractérisation des bières

L’objectif de ce test préliminaire étant de caractériser des bières trappistes et non trappistes afin de sélectionner celles utilisées dans les épreuves principales. Seules les deux premières composantes principales ont été retenues (44.2% de la variance totale expliquée). La figure 25 présente la carte des produits et le cercle de corrélation selon ces deux premières composantes principales.

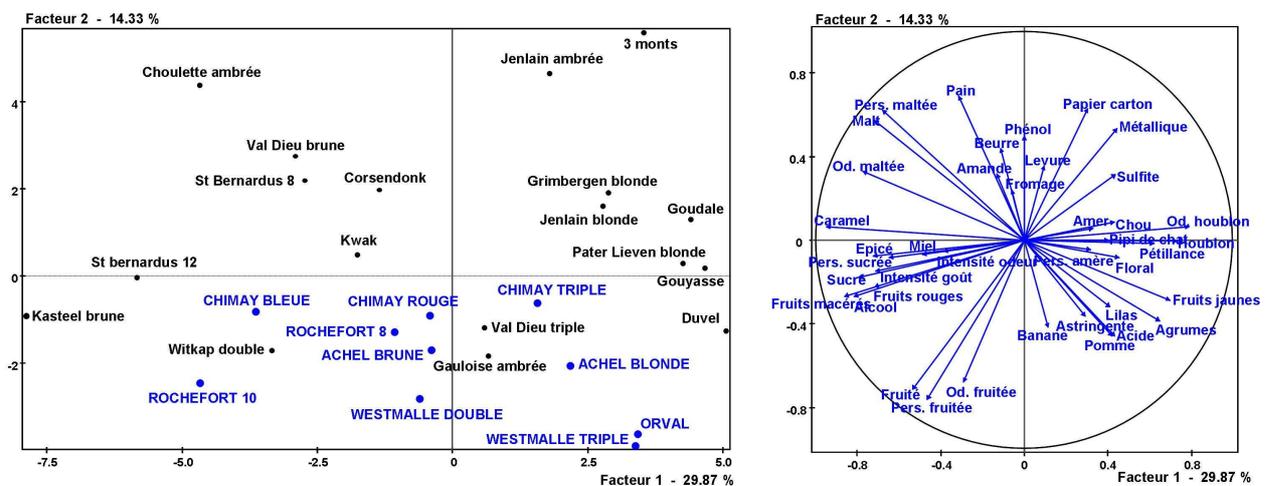


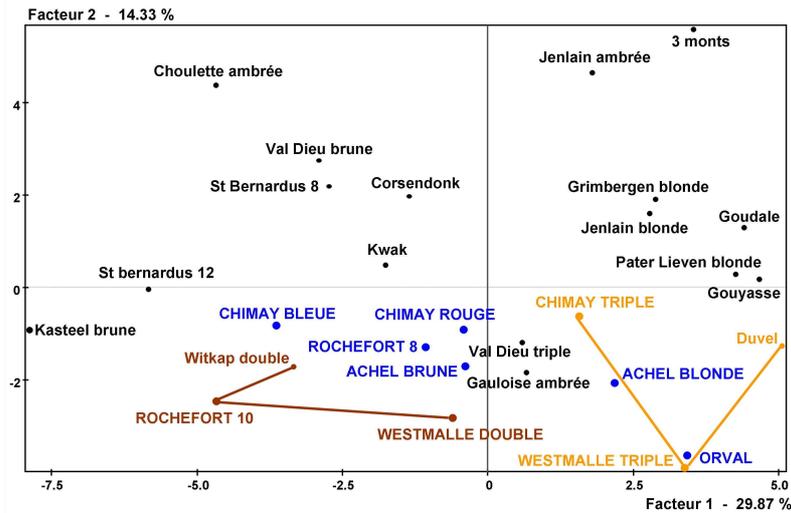
Figure 25. Cartes des produits et cercles de corrélation selon les deux premières composantes principales issue de l’ACP. Les bières trappistes sont identifiées en bleu et en majuscules et les bières non trappistes sont identifiées en noir et en minuscules.

La première composante principale (29.9% de la variance totale) oppose globalement les bières blondes aux bières brunes. La deuxième composante principale (14.3% de la variance totale) oppose les bières trappistes aux bières non trappistes. Le sous-plan formé par les deux premières composantes principales permet de caractériser les bières brunes comme des bières assez *fortes en goût, maltées, caramel, fruitées (fruits macérés)*. Les bières blondes au contraire ont plutôt été décrites comme des bières *houblonnées et fruitées (agrumes, fruits jaunes)*. Les bières trappistes sont décrites comme des bières très fruitées (*odeur fruitée, fruité, persistance fruitée, banane, pomme, agrumes*) alors que les bières non trappistes sont plutôt caractérisées par des notes maltées (malt, persistance maltée) et par des notes à caractère hédonique plutôt négatif telles que *papier-carton, métallique, sulfite, beurre*. L’analyse globale de l’ACP fait donc ressortir que d’un point de vue descriptif, les bières trappistes sont bien différenciées des bières non trappistes testées ici. Ce résultat peut laisser supposer que les bières trappistes possèderaient des caractéristiques sensorielles communes différentes des bières non trappistes. De plus, les bières trappistes sont perçues par le panel entraîné comme des bières plutôt aromatiques, notamment fruitées, et possédant moins de défauts aromatiques que les bières non trappistes testées ici.

### 2.2.2. Sélection des bières

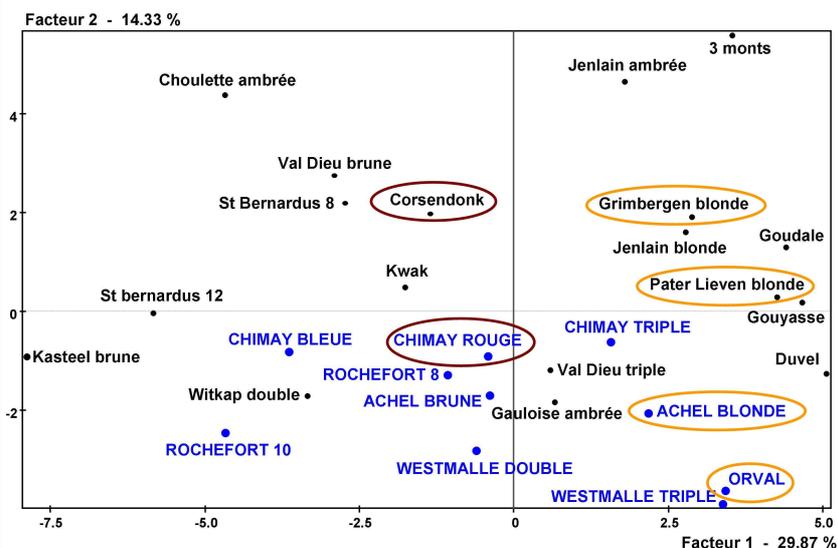
A partir de cette analyse, les bières utilisées pour la tâche d’appariement et la tâche de tri ont été choisies. D’une façon générale, le choix des bières trappistes s’est fait de telle sorte qu’une majorité des bières trappistes soit testée sur l’ensemble des épreuves et qu’une bière trappiste ne soit pas testée plusieurs fois.

**Choix pour l’épreuve d’appariement.** Deux triplets de bières ont été sélectionnés : un triplet de bières brunes et un triplet de bières blondes. Le triplet de bières brunes comprenait une bière trappiste brune à associer avec une autre bière trappiste brune et une bière non trappiste brune. Le triplet de bières blondes comprenait une bière trappiste blonde à associer avec une autre bière trappiste blonde et une bière non trappiste blonde. Le choix des bières s’est fait de telle sorte qu’au sein d’un triplet de bières, il n’y ait pas une différence perceptive plus grande entre la bière trappiste et la bière non trappiste qu’entre les deux bières trappistes. Ainsi, les bières non trappistes ont été choisies parmi les bières se trouvant dans la partie inférieure du sous-plan formé par les deux premières composantes principales de la carte des produits issue de l’ACP (Figure 26). Pour le triplet de bières brunes, les trois bières choisies étaient : la Rochefort 10, la Westmalle double et la Witkap double. Pour le triplet de bières blondes, les trois bières choisies étaient : la Westmalle triple, la Chimay triple et la Duvel.



**Figure 26.** Carte des produits (selon les deux premières composantes principales) issue de l’ACP. Les bières trappistes sont identifiées en majuscules et les bières non trappistes sont identifiées en minuscules. Les trois bières du triplet de bières brunes sont indiquées en marron. Les trois bières du triplet de bières blondes sont indiquées en jaune.

**Choix pour l’épreuve de tri.** Six bières ont été sélectionnées : trois bières trappistes et trois bières non trappistes. Chacune des six bières a été choisie comme provenant de brasseries différentes de façon à ne pas observer un effet brasserie comme dans le chapitre 1. Comme nous l’avons vu précédemment (§ 2.3.1.), la seconde composante principale de l’ACP oppose globalement les bières non trappistes aux bières trappistes. Les trois bières non trappistes ont donc été choisies parmi les bières situées dans la partie supérieure du sous-plan formé par les deux premières composantes principales de l’ACP (Figure 27). Les trois bières trappistes choisies étaient : l’Orval, la Chimay rouge et l’Achel blonde et les trois bières non trappistes choisies étaient : la Corsendonk, la Grimbergen blonde et la Pater Lieven blonde.



**Figure 27.** Carte des produits (selon les deux premières composantes principales) issue de l’ACP. Les bières trappistes sont identifiées en majuscules et les bières non trappistes sont identifiées en minuscules. Les six bières sélectionnées pour l’épreuve de tri sont entourées (en jaune pour les bières blondes et en marron pour les bières brunes).

### 3. Tests principaux

#### 3.1. Organisation générale

##### 3.1.1. Participants

La composition et les caractéristiques des trois groupes de participants (entraînés, avisés et novices) sont données dans le tableau 7.

**Tableau 7.** Composition des trois groupes de participants.

Participants entraînés	Participants avisés	Participants novices
16 participants	36 participants	60 participants
7 femmes/9 hommes	14 femmes/22 hommes	25 femmes/35 hommes
Entraînement moyen : 3.6 ans (1-6.5 ans)		

##### 3.1.2. Organisation des épreuves

Chaque participant a réalisé trois épreuves dans l’ordre suivant : un test triangulaire, une épreuve d’appariement et une épreuve de tri. Pour les participants novices et avisés, l’épreuve de tri était soit une épreuve de tri libre, soit une épreuve de tri en deux groupes. Ainsi, la moitié des avisés et des novices finissaient par l’épreuve de tri libre et l’autre moitié finissait par l’épreuve de tri binaire. En revanche, ce sont les mêmes participants entraînés qui ont réalisé l’épreuve de tri libre et l’épreuve de tri binaire. A la fin de l’expérience, tous les participants ont complété un questionnaire sur leurs habitudes de consommation de bières et sur leurs connaissances des bières trappistes. Toutes les épreuves se sont déroulées sous lumière rouge et les participants avaient les yeux voilés par un bandeau noir de telle sorte qu’ils pouvaient distinguer les formes et donc se saisir eux-mêmes des verres mais ne percevaient pas les différences de couleur entre les bières. Les bières (30ml) ont été présentées dans des gobelets en plastique codés et servies à 10°C.

**Organisation pour les participants novices et avisés.** Les trois épreuves se sont déroulées au cours d’une même séance. Les participants étaient recrutés pour venir passer une soirée au cours de laquelle ils allaient participer à des « expériences scientifiques sur la bière » et rencontrer « des spécialistes du goût et de la bière » (Annexe 4). Pour les participants novices, la soirée s’est déroulée à l’Athénium de l’Université de Bourgogne à Dijon et pour les participants avisés, dans la salle des fêtes de Epe Sauvage. Les salles ont été organisées de façon à créer des « stands » correspondant aux différentes épreuves, les participants se déplaçant d’un stand à un autre dans l’ordre indiqué par les expérimentateurs. Ces stands étaient disposés de façon suffisamment éloignée et/ou étaient séparés par des cloisons de façon à éviter la communication des participants entre eux lors des épreuves (Figure 28 Avant de commencer l’expérience, il était demandé aux participants de souffler dans un éthylotest afin de vérifier qu’ils n’avaient pas consommé d’alcool avant l’expérience. Puis les participants réalisaient

les trois épreuves les unes à la suite des autres. Lorsqu’ils avaient terminé, ils devaient compléter le questionnaire puis ils soufflaient à nouveau dans l’éthylotest afin de vérifier qu’ils n’avaient pas dépassé le taux d’alcool limite imposé par la loi (0.5 g d’alcool par litre de sang, soit 0.25 mg d’alcool par litre d’air expiré). Une petite collation leur était également proposée.

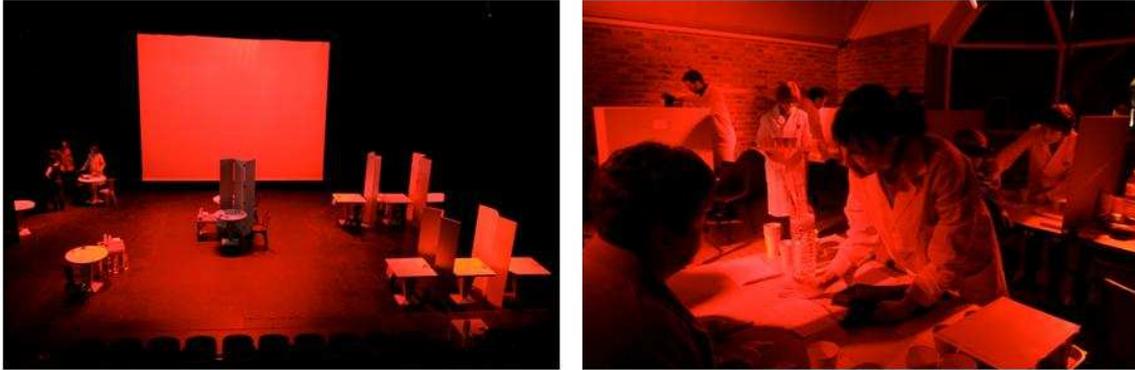


Figure 28. Photos de l’expérience avec les participants novices et avisés.

**Organisation pour les participants entraînés.** Les trois épreuves se sont déroulées au cours de deux séances séparées de 15 jours. Lors de la première séance, les participants ont réalisé le test triangulaire, l’épreuve d’appariement et l’épreuve de tri libre. L’épreuve de tri en deux groupes s’est déroulée lors de la seconde séance (Figure 29).



Figure 29. Photo de l’expérience avec les participants entraînés.

## 3.2. Questionnaire

L’objectif du questionnaire proposé aux participants à la fin de l’expérience était de caractériser les trois groupes de participants et éventuellement de mettre en évidence des différences d’habitudes de consommation de bières et de connaissances des bières trappistes entre les trois groupes.

### 3.2.1. Description

Le questionnaire comportait 19 questions libres ou à choix multiples concernant des informations générales (sexe, âge, catégorie socioprofessionnelle), leurs habitudes de consommation et d’achat de bières (fréquence de consommation, lieu de consommation et d’achat, marques de bières les plus consommées, etc.) et leurs connaissances des bières trappistes (bières trappistes connues) (Annexe 5).

### 3.2.2. Résultats

Seuls les résultats des questions permettant de caractériser les trois groupes de participants sont présentés ici. Pour chaque question à choix multiple, les pourcentages de choix de chaque réponse proposée ont été calculés pour chaque groupe de participants. Les résultats de la question concernant la fréquence de consommation de bière sont présentés sur la Figure 30.

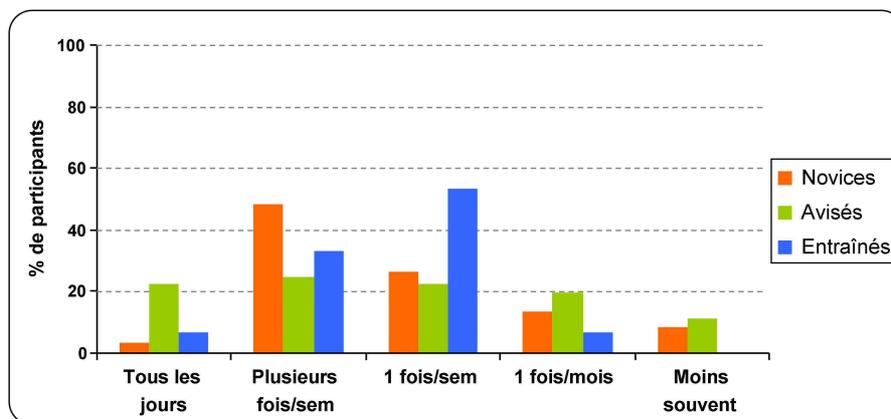
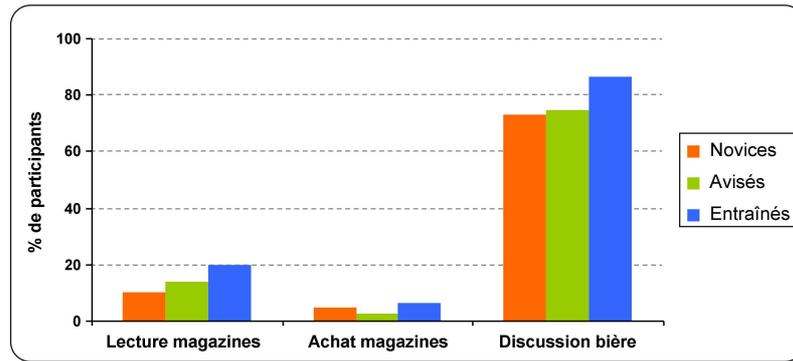


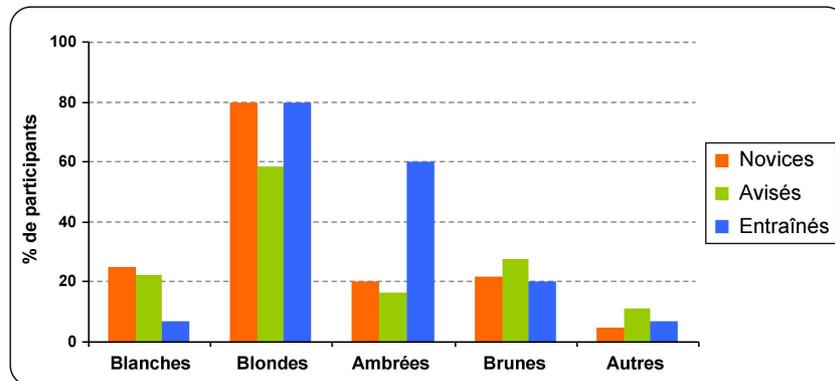
Figure 30. Fréquence de consommation de bière pour les trois groupes de participants.

Il apparaît que la majorité des participants novices et entraînés déclare consommer de la bière assez fréquemment (une à plusieurs fois par semaine). A l’inverse, la fréquence de consommation de bière est très variable d’un participant avisé à un autre. Par ailleurs, la figure 31 indique que très peu de participants, qu’ils soient novices, avisés ou entraînés, ont l’habitude de lire ou d’acheter des magazines sur la bière. En revanche, une grande majorité des participants (plus de 70%), quel que soit leur niveau d’expertise, déclare discuter de bières avec leurs proches ou amis.



**Figure 31.** Pourcentage de participants novices, avisés et entraînés déclarant lire des magazines de bières, acheter des magazines sur la bière et discuter de bières avec leurs proches.

Les résultats de la question « Quel type de bière consommez-vous le plus souvent ? » sont présentés sur la figure 32. Les participants avaient la possibilité de donner plusieurs réponses s'ils le souhaitaient.

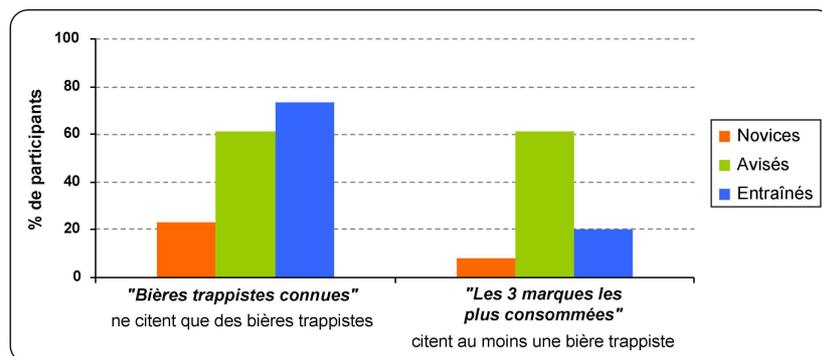


**Figure 32.** Pourcentage de participants novices, avisés et entraînés déclarant consommer le plus souvent des bières blanches, blondes, brunes et ambrées et autres.

Il apparaît que globalement, l'ensemble des participants déclarent consommer davantage de bières blondes que de bières blanches, ambrées et brunes. De plus, les participants entraînés semblent consommer davantage de bières ambrées que les participants novices et avisés. Les réponses des participants à cette question ont ensuite été codées en 0 et 1 pour chaque type de bières (*blanche/blonde/ambrée/brune*). Pour un type de bière donné et un participant donné, une valeur de 1 a été attribuée à sa réponse s'il a cité le type de bière concerné en réponse à la question « Quel type de bières consommez-vous le plus souvent ? » et une valeur de 0 a été attribuée à sa réponse s'il n'a pas cité le type de bière concerné. Une ANOVA à deux facteurs a été réalisée avec le niveau d'expertise (*novices/avisés/entraînés*) comme variable inter-sujet, le type de bière (*blanche/blonde/ambrée/brune*) comme variable intra-sujet et les réponses des participants comme variable dépendante. Un effet du type de bière sur les réponses est observé [ $F(3, 432) = 41.8, p < 0.01$ ]. Un test de Duncan confirme que sur l'ensemble des participants, les bières blondes ont été citées de façon plus fréquente que les bières blanches, ambrées et brune. Une interaction entre le type de bière et le niveau d'expertise est

également observée [ $F(6, 432) = 2.8, p < 0.05$ ]. Pour chaque type de bière, une ANOVA à un facteur sur les réponses des participants montre un effet significatif du niveau d’expertise pour les bières ambrées [ $F(2, 108) = 6.6, p < 0.01$ ]. Aucun effet du niveau d’expertise sur les réponses des participants n’apparaît pour les trois autres types de bières (blondes, brunes et blanches). Un test de Duncan confirme que les participants entraînés déclarent consommer davantage de bières ambrées que les participants novices et avisés.

Afin d’évaluer le niveau de connaissance de bières trappistes par les trois groupes de participants, les réponses aux deux questions suivantes ont été étudiées de façon détaillée : « Quelles sont les trois marques de bière que vous consommez le plus souvent ? » et « Citez les bières trappistes que vous connaissez ». Pour la question « Quelles sont les trois marques de bière que vous consommez le plus souvent ? », les participants ayant cité *au moins une marque de bière trappiste* sur les trois marques demandées ont été comptabilisés pour chaque groupe de participants. De même, pour la question « Citez les bières trappistes que vous connaissez », les participants *n’ayant cité que des bières trappistes* (même s’ils n’ont pas cité toutes les bières trappistes) ont été comptabilisés pour chaque groupe de participants. Les résultats sont présentés Figure 33.



**Figure 33.** Pourcentage de participants novices, avisés et entraînés ne citant que des bières trappistes en réponse à la question « Citez les bières trappistes que vous connaissez » et citant au moins une bière trappiste parmi les trois marques de bière les plus consommées.

Les participants novices semblent ne pas connaître aussi bien les bières trappistes que les participants avisés et entraînés puisqu’ils citent moins de bières trappistes en réponse à la question « Quelles sont les bières trappistes que vous connaissez ». Les réponses des participants à cette question ont été codées en 0 et 1. Pour chaque participant, une valeur de 1 est attribuée s’il n’a cité que des bières trappistes en réponse à la question et une valeur de 0 est attribuée s’il a cité des bières trappistes et des bières non trappistes ou uniquement des bières non trappistes ou s’il n’a donné aucune réponse à la question. Une ANOVA à un facteur a été réalisée avec le niveau d’expertise (*novices/avisés/entraînés*) comme variable inter-sujet et les réponses des participants codées en 0 et 1 comme variable dépendante. Un effet du niveau d’expertise sur les réponses est observé [ $F(2, 108) = 11.8, p < 0.01$ ].

Un test de Duncan confirme que les participants avisés et entraînés connaissent mieux les bières trappistes que les participants novices puisqu’ils sont significativement plus nombreux à ne citer que des bières trappistes en réponse à la question « Quelles sont les bières trappistes que vous connaissez ? ».

Concernant la question « Quelles sont les trois marques de bière que vous consommez le plus souvent ? », l’observation de la figure 33 met en évidence que les participants avisés semblent consommer davantage de bières trappistes que les participants novices et entraînés. De la même façon que précédemment, les réponses des participants à cette question ont été codées en 0 et 1. Pour chaque participant, une valeur de 1 a été attribuée s’il a cité au moins une bière trappiste parmi les trois marques de bières les plus consommées et une valeur de 0 a été attribuée s’il n’a cité aucune bière trappiste. Une ANOVA à un facteur a été réalisée avec le niveau d’expertise (*novices/avisés/entraînés*) comme variable inter-sujet et les réponses des participants codées en 0 et 1 comme variable dépendante. Un effet du niveau d’expertise sur les réponses est observé [ $F(2, 108) = 22.1, p < 0.01$ ]. Un test de Duncan confirme que les participants avisés consomment davantage de bières trappistes que les participants novices et entraînés puisqu’ils sont significativement plus nombreux à ne citer que des bières trappistes parmi les trois marques de bières les plus consommées.

### 3.3. Test triangulaire

#### 3.3.1. Produits

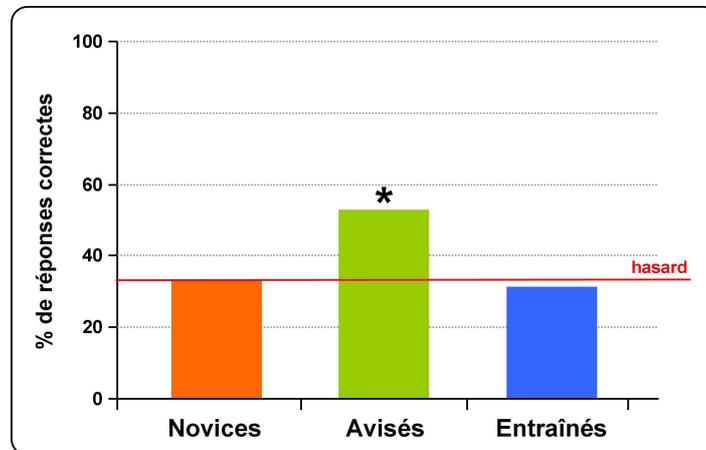
Les deux bières qui ont été comparées étaient la **Leffe brune** (bière non trappiste) et la **Chimay bleue** (bière trappiste). Les deux bières du test triangulaire ont été choisies selon les habitudes de dégustation des participants avisés. La Leffe brune et la Chimay bleue sont globalement les deux bières les plus consommées par les avisés.

#### 3.3.2. Procédure

Chaque participant a réalisé un test triangulaire. Trois bières étaient présentées aux participants parmi lesquelles deux bières étaient identiques et la troisième était différente. Les participants devaient goûter les trois bières dans l’ordre indiqué par l’expérimentateur et déterminer laquelle des trois bières était différente des deux autres. Les participants n’avaient pas la possibilité de regoûter les produits (Annexe 6). Ils devaient impérativement donner une réponse, même au hasard. L’ordre de présentation des bières était différent pour chaque participant.

### 3.3.3. Résultats et discussion

Le pourcentage de participants ayant trouvé la bonne réponse, c'est-à-dire la bière différente des deux autres, a été calculé dans chaque groupe de participants. La figure 34 présente les résultats.



**Figure 34.** Pourcentage de réponses correctes obtenues au test triangulaire pour les participants novices, avisés et entraînés. L'étoile indique le niveau de probabilité associée à la loi binomiale : \* $p < 0.05$ . La ligne horizontale rouge indique le pourcentage de réponses correctes obtenu sous le hasard (33% de réponses correctes).

La loi binomiale ( $p = 1/3$ ) indique que seuls les participants avisés ont perçu une différence significative entre la Leffe brune et la Chimay bleue (pourcentage de réponses correctes = 53%,  $p < 0.05$ ). Les deux autres groupes de participants n'ont pas discriminé les deux bières (pourcentage de réponses correctes pour les novices = 33%,  $p = 0.55$  ; pourcentage de réponses correctes pour les entraînés = 31%,  $p = 0.66$ ). Les deux bières utilisées dans ce test triangulaire ont été volontairement choisies comme étant deux bières consommées de façon très régulière par les participants avisés. Les résultats mettent en évidence un **effet de la familiarité des participants sur la discrimination** des bières. En effet, les participants avisés, bien qu'ils ne connaissent pas le test triangulaire, ont significativement perçu une différence entre la Leffe brune et la Chimay bleue. A l'inverse, les participants entraînés qui ont l'habitude de réaliser des tests triangulaires n'ont pas perçu de différence entre les deux bières. Le résultat pour les participants novices qui ne connaissent ni le test triangulaire, ni les deux bières dégustées, est moins surprenant. Ces résultats rejoignent ceux de l'étude précédente avec les participants entraînés et les brasseurs (voir Chapitre 2, § 5.3.). Nous avons en effet observé que les brasseurs, familiers des bières Kriek, discriminaient mieux ces bières que les participants entraînés qui n'en dégustent jamais lors de leurs séances d'entraînement. De même, les participants entraînés, habitués à déguster des bières Pils, avaient discriminé ces bières, contrairement aux brasseurs belges, peu familiers de ce type de bières.

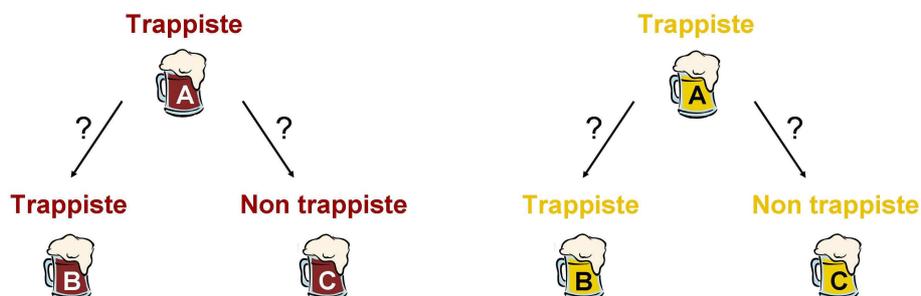
### 3.4. Epreuve d'appariement

#### 3.4.1. Produits

Comme expliqué dans la partie Test préliminaire, le triplet de bières blondes était composé de la Westmalle triple, la Chimay triple et la Duvel. Le triplet de bières brunes était composé de la Rochefort 10, la Westmalle double et la Witkap double. Les bières ont été présentées dans des gobelets en plastique codés et servies à 10°C.

#### 3.4.2. Procédure

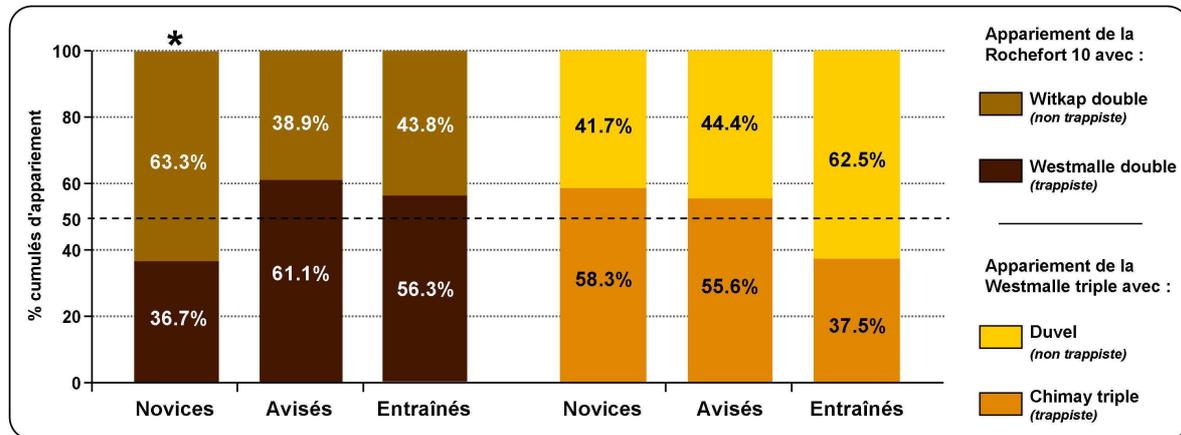
L'expérimentateur commençait par donner les instructions de l'épreuve au participant (Annexe 6) et lui expliquait qu'il allait réaliser cette épreuve deux fois de suite. Puis le participant devait placer le bandeau sur ses yeux. Le participant recevait alors une première bière A. Il devait sentir et goûter cette bière. Il pouvait pour cela prendre le temps qu'il souhaitait. La bière A lui était ensuite retirée et le participant recevait une deuxième bière B qu'il devait sentir et goûter. Cette bière lui était ensuite retirée et il recevait une troisième bière C à sentir et goûter. Le participant devait alors répondre à la question : « Quelle bière entre B ou C ressemble le plus à la bière A ? ». Le participant n'avait pas la possibilité de regoûter les bières. Il devait impérativement donner une réponse, même au hasard. La bière A était toujours présentée en premier mais l'ordre de présentation des bières B et C était alterné au sein d'un groupe de participants. La moitié d'entre eux recevait d'abord la bière B puis la bière C et l'autre moitié recevait d'abord la bière C puis la bière B (Figure 35). Chaque participant a réalisé cette épreuve d'appariement deux fois : une fois avec le triplet de bières brunes et une fois avec le triplet de bières blondes. Au sein d'un groupe de participants, la moitié des personnes commençait par le triplet de bières brunes et l'autre moitié par le triplet de bières blondes de sorte qu'au final l'ordre de présentation des bières sur l'ensemble des deux épreuves d'appariement était équilibré. Il était demandé au participant de se rincer la bouche avec de l'eau et un cracker entre les deux épreuves d'appariement.



**Figure 35.** Schéma explicatif du protocole utilisé dans l'épreuve d'appariement. Les bières en jaune illustrent le triplet de bières blondes et les bières en marron illustrent le triplet de bières brunes.

### 3.4.3. Résultats et discussion

Pour chaque groupe de participants et chaque triplet de bières, le pourcentage de participants ayant associé la bière A avec la bière B et le pourcentage de participants ayant associé la bière A avec la bière C ont été calculés. La figure 36 présente les résultats.



**Figure 36.** Pourcentages cumulés d’appariement de la Rochefort 10 avec la Witkap double et la Westmalle double et de la Westmalle triple avec la Duvel et la Chimay triple pour les trois groupes de participants. L’étoile indique le niveau de probabilité associée au  $\chi^2$  : \* $p < 0.05$ .

Pour le triplet de bières brunes, on observe que la Rochefort 10 (*trappiste*) est plus souvent appariée avec la Westmalle double (*trappiste*) qu’avec la Witkap double (*non trappiste*) pour les avisés et les entraînés. Ce résultat n’est significatif ni pour les participants avisés ( $\chi^2 = 1.78$ , *ns*), ni pour les participants entraînés ( $\chi^2 = 0.12$ , *ns*). A l’inverse, les novices ont davantage apparié la Rochefort 10 (*trappiste*) avec la Witkap double (*non trappiste*) et cette différence est significative ( $\chi^2 = 4.27$ ,  $p < 0.05$ ). Cependant, le fait que le résultat des novices soit significatif avec 63.3% d’appariement et non celui des avisés avec 61.1% d’appariement, ni celui des entraînés avec 56.3% d’appariement, peut s’expliquer par le nombre plus important de participants novices que de participants avisés et entraînés. Le degré de liberté pour le test du  $\chi^2$  est donc plus important pour les novices que pour les avisés et les entraînés. Pour le triplet de bières blondes, on observe que la Westmalle triple (*trappiste*) est davantage appariée avec la Chimay triple (*trappiste*) qu’avec la Duvel (*non trappiste*) pour les novices et les avisés. Ce résultat n’est significatif ni pour les participants novices ( $\chi^2 = 1.67$ , *ns*), ni pour les participants avisés ( $\chi^2 = 0.44$ , *ns*). A l’inverse, davantage de participants entraînés ont apparié la Westmalle triple (*trappiste*) avec la Duvel (*non trappiste*). Ce résultat n’est pas significatif ( $\chi^2 = 0.62$ , *ns*). Contrairement aux résultats avec le triplet de bières brunes, ce sont les participants entraînés qui ont davantage apparié la bière trappiste blonde avec la bière non trappiste blonde. Ce résultat peut s’expliquer par le fait que les entraînés connaissent sûrement mieux la Duvel que la Chimay triple puisque la Duvel est utilisée comme référence supérieure de l’amertume pendant l’entraînement du panel. Les participants entraînés dégustent donc plus fréquemment la Duvel que la

Chimay triple dans le cadre du panel. Il est possible qu’ils aient davantage choisi la Duvel parce qu’ils y sont familiers et non pas parce qu’elle ressemble sensoriellement à la Westmalle.

Afin d’évaluer plus précisément l’effet du niveau d’expertise des participants sur les résultats d’appariement, les données ont ensuite été codées en 0 et 1 pour les deux triplets de bières (brunes et blondes). Pour chaque participant, une valeur de 0 est attribuée s’il a apparié la bière trappiste avec la bière non trappiste et une valeur de 1 est attribuée s’il a apparié la bière trappiste avec l’autre bière trappiste. Pour chaque triplet de bières, une ANOVA à un facteur a été réalisée avec le niveau d’expertise (*novices/avisés/entraînés*) comme variable inter-sujet et les données d’appariement codées en 0 et 1 comme variable dépendante. Un effet du niveau d’expertise sur les données d’appariement est observé pour le triplet de bières brunes [ $F(2, 109) = 3.08, p = 0.05$ ]. Un test de Duncan met en évidence qu’il existe une différence significative entre les participants novices ( $M = 36.7 \pm 48.6\%$ ) qui ont davantage apparié la Rochefort 10 (*trappiste*) avec la Witkap double (*non trappiste*) et les participants avisés ( $M = 61.6 \pm 49.4\%$ ), qui ont davantage apparié la Rochefort 10 (*trappiste*) avec la Westmalle double (*trappiste*). Aucun effet du niveau d’expertise sur les données d’appariement n’est observé pour le triplet de bières blondes.

Globalement, les résultats de cette épreuve d’appariement suggèrent une tendance à associer les bières trappistes ensemble, notamment pour les participants avisés. Pour les participants novices et entraînés, cette tendance dépend du triplet de bières. Les novices ont eu tendance à associer les bières trappistes blondes ensemble alors que les entraînés ont eu tendance à associer les bières trappistes brunes ensemble. De plus, le seul appariement significatif est celui des participants novices qui ont apparié la bière *trappiste* brune avec la bière *non trappiste* brune. L’ensemble de ces résultats suggère un **effet du niveau d’expertise sur l’appariement sensoriel des bières trappistes**. Les participants avisés, plus familiers des bières trappistes que les participants entraînés et novices, ont eu tendance à les associer davantage ensemble. On peut supposer qu’un appariement significatif des bières trappistes pourrait être observé avec un nombre plus important de participants, en particulier pour les participants avisés. Par ailleurs, il est important de noter que la tâche utilisée ici est une tâche difficile puisque la procédure imposait aux participants de ne pas regoûter les bières. Il est probable que la mémoire soit intervenue dans la réponse des participants, pouvant également expliquer que les résultats d’appariement ne soient pas significatifs. Enfin, il est probable que les résultats obtenus soient dépendants des bières sélectionnées pour cette épreuve. Pour chaque triplet, nous avons fait le choix de sélectionner les bières de telle sorte qu’il n’y ait pas une plus grande différence perceptible entre la bière trappiste et la bière non trappiste qu’entre les deux bières trappistes, l’objectif étant de mettre éventuellement en évidence des différences entre les participants avisés, familiers des bières trappistes, et les participants entraînés et novices. Afin de généraliser les résultats, il serait intéressant de répéter cette épreuve en utilisant plusieurs triplets de bières blondes et brunes associant différentes

bières trappistes avec différentes bières non trappistes. Ceci n’a pas été possible dans le cadre de cette étude pour des raisons de quantités d’alcool consommées.

### **3.5. Epreuve de tri**

#### **3.5.1. Produits**

Comme expliqué dans la partie *Test préliminaire*, l’épreuve de tri a été réalisée avec six bières : trois bières trappistes (Chimay rouge, Achel blonde et Orval) et trois bières non trappistes (Corsendonk, Grimbergen et Pater Lieven). Parmi ces six bières, deux bières étaient brunes (Chimay rouge et Corsendonk) et quatre bières étaient blondes (Achel blonde, Orval, Grimbergen et Pater Lieven). Les bières ont été présentées dans des gobelets en plastique codés et servies à 10°C.

#### **3.5.2. Procédure**

La moitié des participants novices et la moitié des participants avisés ont réalisé un tri libre et l’autre moitié des participants ont réalisé un tri en deux groupes. Les participants entraînés, quant à eux, réalisaient les deux épreuves de tri.

**Epreuve de tri libre.** L’expérimentateur commençait par donner les instructions de l’épreuve au participant (Annexe 6) puis lui demandait de placer le bandeau sur ses yeux. Le participant recevait alors les six bières en même temps. Il devait sentir et goûter ces six bières dans l’ordre proposé par l’expérimentateur (déterminé par un carré latin de Williams) et mettre ensemble les bières qui pour lui se ressemblaient. Aucune contrainte n’était donnée pour réaliser cette épreuve de tri. Chaque participant était libre de faire autant de groupes qu’il voulait et de mettre autant de bières qu’il le voulait dans chaque groupe. Il disposait de tout le temps qui lui était nécessaire. Il avait à sa disposition de l’eau minérale et des crackers pour se rincer la bouche entre les bières.

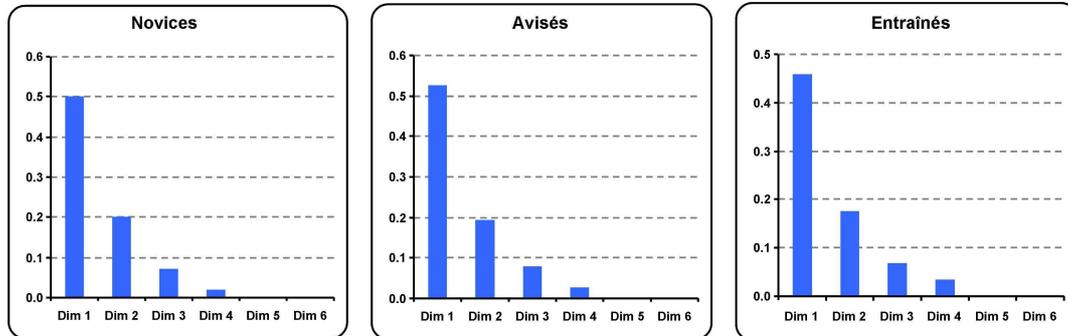
**Epreuve de tri en deux groupes.** La même procédure que pour l’épreuve de tri libre a été suivie excepté que les instructions (Annexe 6) précisaient au participant que parmi les six bières qui lui étaient présentées, il y avait trois bières trappistes et trois bières non trappistes. Le participant devait faire deux groupes de bières : un groupe de bières trappistes et un groupe de bières non trappistes.

#### **3.5.3. Résultats et discussion**

Pour chaque groupe de participants (novices, avisés et entraînés), les données de tri libre et de tri en deux groupes ont été codées dans des matrices globales de similarité (voir Chapitre 2, § 4.3.). Ces matrices ont été analysées par MDS, suivie d’une CAH réalisée sur les coordonnées des points sur les dimensions retenues.

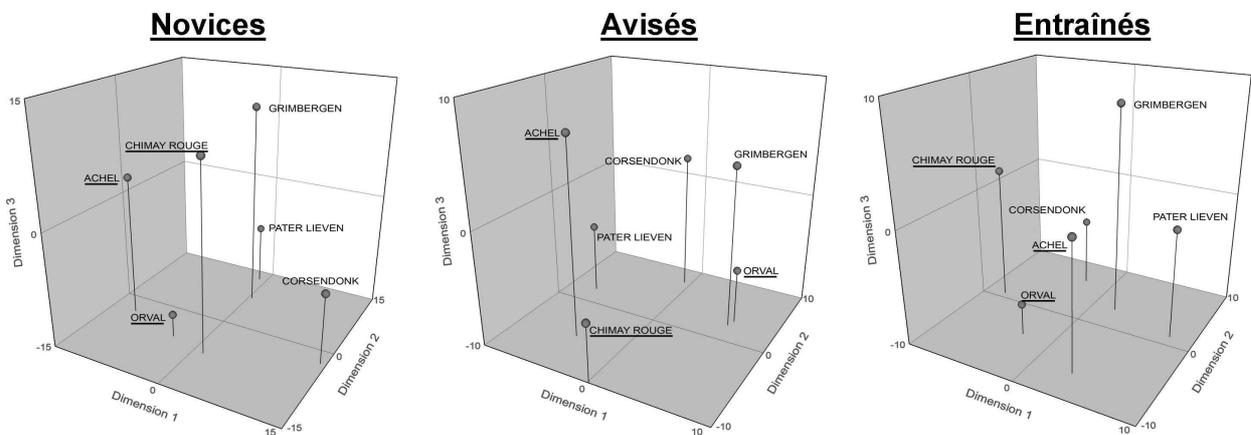
a. Epreuve de tri libre

La figure 37 montre les graphiques des stress associés aux solutions des MDS obtenues pour les données de tri libre des participants novices, avisés et entraînés.



**Figure 37.** Stress associés aux solutions avec 1 à 6 dimensions des MDS réalisées sur les données de tri libre pour les trois groupes de participants.

Pour les trois groupes de participants, des solutions à trois dimensions ont été retenues pour représenter les données, permettant d’obtenir un stress inférieur à 0.100 (stress des novices = 0.071 ; stress des avisés = 0.079 ; stress des entraînés = 0.068). La figure 38 présente les représentations tridimensionnelles des cartes des produits pour l’épreuve de tri libre pour les trois groupes de participants.



**Figure 38.** Cartes des produits issues des solutions à trois dimensions des MDS pour les trois groupes de participants pour l’épreuve de tri libre. Les trois bières trappistes sont soulignées.

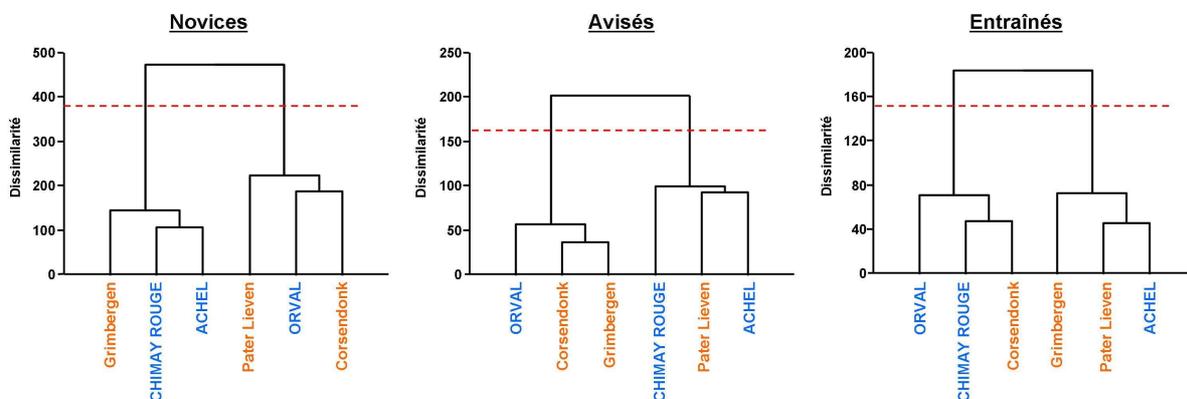
On remarque que pour les novices, les trois bières trappistes (Achel, Orval et Chimay) sont proches sur le plan 1-2 et tendent à être séparées des bières non trappistes. On peut noter que l’Orval se différencie de l’Achel et de la Chimay sur la dimension 3. Cette observation n’est pas tellement surprenante car l’Orval a un goût particulier, très acide, dû aux levures utilisées pour sa fermentation. Cette séparation des bières trappistes et non trappistes est également observée, dans une moindre mesure, chez les participants entraînés. La division du plan 1-2 en diagonale permet en effet d’opposer

ces deux catégories de bières. Comme pour les novices, on remarque que l’Orval se différencie également des deux autres trappistes sur la dimension 3. Ces résultats suggèrent que les participants novices et entraînés ont perçu des similarités sensorielles entre les bières trappistes. En revanche, l’observation du graphique des participants avisés ne met pas en évidence de séparation entre les bières trappistes et non trappistes. Au contraire, les trois bières trappistes sont bien séparées dans l’espace tridimensionnel, ce qui suggère que les participants avisés ont perçu ces trois bières différemment. Ce résultat va à l’encontre de notre hypothèse puisque nous avons supposé que les avisés, davantage familiers des bières trappistes, les associeraient plus facilement ensemble que les participants novices et entraînés. A l’inverse, il est probable que leur familiarité pour les bières trappistes les aient conduit à percevoir davantage leurs différences que leurs similarités sensorielles. Cette hypothèse est appuyée par les résultats du test triangulaire qui ont mis en évidence que les participants avisés discriminaient la Leffe brune de la Chimay bleue, les deux bières qu’ils consomment les plus.

**Tableau 8.** Coefficients  $R_V$  calculés entre les coordonnées des produits sur les dimensions 1-2-3 des configurations obtenues à partir des données de tri libre pour les groupes de participants novices, avisés et entraînés pris deux à deux. L’étoile indique le niveau de significativité : \* $p < 0.05$ .

	Coefficient $R_V$
Novices/Avisés	0.418
Novices/Entraînés	0.874*
Avisés/Entraînés	0.338

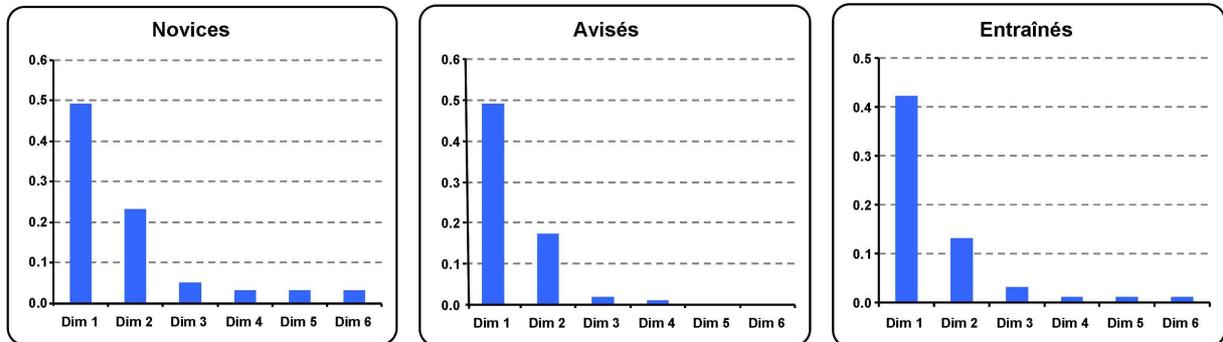
Toutefois, les observations graphiques des MDS sont à prendre avec précaution car les dendrogrammes issus des CAH réalisées sur les coordonnées des points sur les trois dimensions (Figure 39) ne confirment pas la séparation des bières trappistes et non trappistes pour les participants novices et entraînés.



**Figure 39.** Dendrogrammes des CAH réalisées sur les coordonnées des points sur les trois dimensions des MDS pour l’épreuve de tri libre, pour les participants novices, avisés et entraînés. Les bières trappistes sont indiquées en majuscules bleues et les bières non trappistes en minuscules oranges. La ligne rouge indique la troncature des dendrogrammes en deux classes.

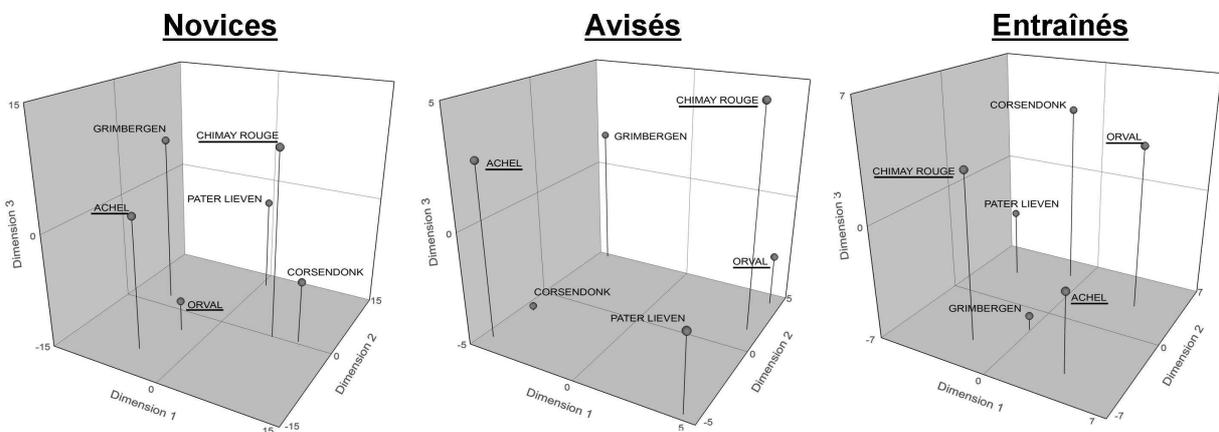
*b. Epreuve de tri en deux groupes*

La figure 40 montre les graphiques des stress associés aux solutions des MDS réalisées sur les données de tri libre des participants novices, avisés et entraînés.



**Figure 40.** Stress associés aux solutions avec 1 à 6 dimensions des MDS réalisées sur les données de tri en deux groupes pour les trois groupes de participants.

Pour les trois groupes de participants, des solutions à trois dimensions ont été retenues pour représenter les données, permettant d’obtenir un stress inférieur à 0.100 (stress des novices = 0.052 ; stress des avisés = 0.079 ; stress des entraînés = 0.032). La figure 41 présente les représentations tridimensionnelles des cartes des bières pour l’épreuve de tri en deux groupes pour les trois groupes de participants.



**Figure 41.** Cartes des produits issues des solutions à trois dimensions des MDS pour les trois groupes de participants pour l’épreuve de tri en deux groupes. Les trois bières trappistes sont soulignées.

Contrairement aux résultats de l’épreuve de tri libre, aucune séparation des bières trappistes et non trappistes n’est observée, pour aucun des trois groupes de participants. Les projections des trois bières trappistes sont au contraire éclatées sur l’ensemble des espaces tridimensionnels, notamment pour les participants avisés. Cette observation suggère qu’il n’y a pas d’accord entre les différents participants avisés sur la catégorisation des six bières en trappistes/non trappiste. Néanmoins pour ces derniers, on

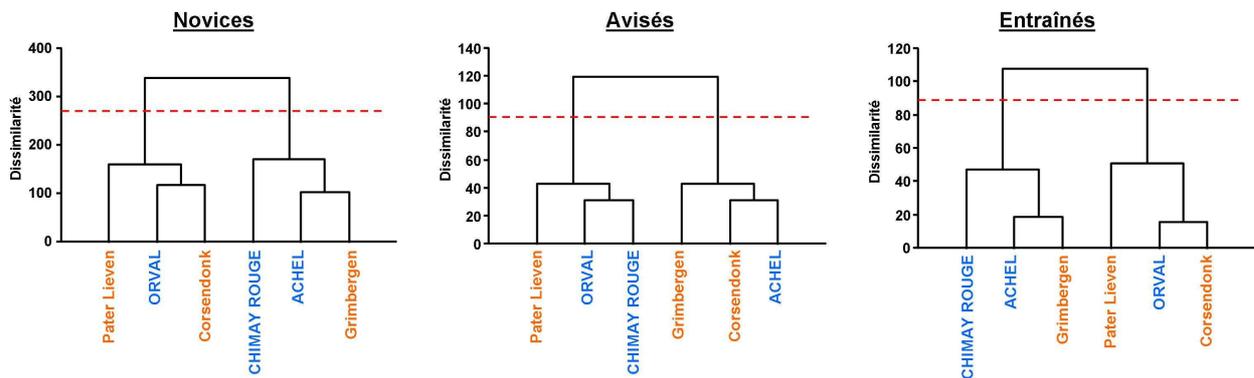
remarque que la Chimay et l’Orval sont très proches sur le plan 1-2 alors que l’Achel se trouve à l’opposé du plan. Pour les participants novices, on peut observer que les bières brunes (Chimay et Corsendonk) tendent à être opposées aux bières blondes (Achel, Orval, Pater Lieven et Grimbergen) sur la dimension 1.

Les coefficients  $R_V$  calculés entre les coordonnées des bières sur les trois dimensions des configurations des participants novices, avisés et entraînés pris deux à deux (Tableau 9) indiquent qu’il existe d’importantes similitudes entre les espaces des participants novices et entraînés. En revanche, comme pour l’épreuve de tri libre, l’espace tridimensionnel des participants avisés se distingue de ceux des novices et des entraînés.

**Tableau 9.** Coefficients  $R_V$  calculés entre les coordonnées des produits sur les dimensions 1-2-3 des configurations obtenues à partir des données de tri en deux groupes pour les groupes de participants novices, avisés et entraînés pris deux à deux. L’étoile indique le niveau de significativité : \* $p < 0.05$ .

	Coefficient $R_V$
Novices/Avisés	0.338
Novices/Entraînés	0.902*
Avisés/Entraînés	0.380

Les dendrogrammes issus des CAH réalisées sur les coordonnées des bières sur les trois dimensions (Figure 42) mettent en évidence que les participants novices et entraînés ont eu tendance à opposer la Chimay, l’Achel et l’Orval aux trois autres bières. Cette observation permet d’expliquer la valeur significative du coefficient  $R_V$  calculé entre les configurations des deux groupes de participants.



**Figure 42.** Dendrogrammes des CAH réalisées sur les coordonnées des points sur les trois dimensions des MDS pour l’épreuve de tri en deux groupes, pour les participants novices, avisés et entraînés. Les bières trappistes sont indiquées en majuscules bleues et les bières non trappistes en minuscules oranges. La ligne rouge indique la troncature des dendrogrammes en deux classes.

*c. Comparaison des résultats des épreuves de tri libre et de tri en deux groupes*

Nous venons de voir que les résultats de tri libre mettent en évidence une tendance à séparer les bières trappistes des bières non trappistes pour les participants novices et entraînés, mais pas pour les participants avisés. Les résultats de tri en deux groupes ne laissent pas apparaître de catégorisation des bières trappistes ensemble, quel que soit le groupe de participants. Afin de comparer plus précisément les résultats obtenus dans les deux conditions de tri (libre et en deux groupes), des coefficients  $R_V$  ont été calculés entre les coordonnées des bières sur les trois premières dimensions des configurations des trois groupes de participants indépendamment (Tableau 10).

**Tableau 10.** Coefficients  $R_V$  calculés entre les coordonnées des bières sur les dimensions 1-2-3 des configurations obtenues à partir des données de tri libre et de tri en deux groupes pour les participants novices, avisés et entraînés. L’ étoile indique le niveau de significativité : \* $p < 0.05$ .

	Coefficient $R_V$
Novices	0.804*
Avisés	0.856*
Entraînés	0.732

Ces coefficients font apparaître que les configurations obtenues à partir des données de tri libre et de tri en deux groupes sont très similaires pour les participants novices et avisés. Le coefficient pour les participants entraînés, bien que non significatif, est assez élevé également. Ceci suggère que la condition de tri n’a pas eu beaucoup d’influence sur les catégorisations réalisées par les trois groupes de participants. Pourtant, les deux tâches font probablement appel à deux raisonnements différents de la part des participants et n’impliquent donc pas la même approche des similarités sensorielles entre les bières. Dans le cas du tri libre, qui laissait les participants grouper les bières comme ils le souhaitent, ces derniers ont jugé les similarités sensorielles entre les bières en toute « naïveté », c’est-à-dire sans faire appel à leur concept de bières trappistes. On peut alors supposer que leur catégorisation s’est appuyée sur les similarités sensorielles et/ou sur des critères plus abstraits selon le degré d’expertise des participants. Les participants novices et entraînés semblent donc avoir perçu quelques similitudes entre les trois bières trappistes présentées, mais il ne s’agit que d’une tendance qui n’est pas confirmée par les résultats de la CAH. Il est possible que le nombre de participants soit trop faible pour mettre en évidence cet effet. Il faut également noter que les participants n’avaient que six bières à trier, ce qui est peut-être trop peu pour permettre de mettre en évidence des groupes de produits. Aucune étude ne s’est intéressée au nombre minimum de produits nécessaire pour une épreuve de tri. Seuls Chollet, Lelièvre-Desmas et Valentin (2009) ont observé que les résultats issus d’un tri sur 24 bières ne permettaient pas d’identifier des groupes de bières bien structurés, comparé aux résultats issus d’un tri sur 12, 15 et 20 bières. La raison du choix de six bières seulement pour cette épreuve de tri était la quantité d’alcool ingérée par les participants au cours de la soirée. Le

nombre d’épreuves et de bières dans chaque épreuve ont été choisies de façon à ce que le volume total de bière ingéré par les participants à la fin de la soirée reste faible et ne leur permette pas dépasser le taux d’alcool limite imposé par la loi. Concernant les participants avisés, les résultats suggèrent qu’ils ont davantage perçu les différences entre les bières trappistes que leurs similitudes sensorielles. Comme l’ont confirmé les résultats du questionnaire (§ 3.2.2), les avisés ont un concept des bières trappistes. Il semble que ce concept ne soit pas fondé sur les similitudes sensorielles mais peut-être sur d’autres types de similitudes telles que le fait qu’elles soient toutes brassées dans des abbayes trappistes par exemple.

Dans le cas du tri en deux groupes, les participants ont probablement fait appel à leurs connaissances des bières trappistes et à l’idée qu’ils se font du goût de ces bières. En s’appuyant sur les modèles de catégorisation proposés par la psychologie cognitive, deux hypothèses sont envisageables pour expliquer le raisonnement des participants lors de cette tâche de tri en deux groupes. La première hypothèse est que les participants ont fait appel une représentation unique des bières trappistes, peut-être un prototype, et ont comparé les six bières proposées à cette représentation. Les trois bières ressemblant le plus à cette représentation ont été identifiées comme étant les bières trappistes. La seconde hypothèse est que les participants ont essayé de se rappeler du goût des bières trappistes qu’ils connaissent et ont essayé de les reconnaître parmi les six bières proposées. Cette seconde hypothèse semble plus probable dans le cas des participants avisés. Nous savons que la bière trappiste qu’ils connaissent le mieux est la Chimay. Nous pouvons supposer qu’ils ont reconnu cette bière, ainsi que l’Orval qui possède un goût particulier, mais pas l’Achel qui est sans doute la bière trappiste la moins connue puisqu’elle n’est brassée que depuis une dizaine d’années. Cela expliquerait que l’Achel soit opposée à la Chimay et à l’Orval sur l’espace tridimensionnel issu de la MDS. Selon cette hypothèse, il n’est pas étonnant que les participants novices et entraînés n’aient pas séparé les bières trappistes des bières non trappistes puisqu’ils connaissent très peu ces bières.

#### **4. Conclusion**

L’objectif de cette étude était de comparer trois groupes de participants sur leur perception d’une catégorie de bières en particulier : les bières trappistes. Les résultats de l’épreuve d’appariement mettent en évidence que les participants avisés, familiers des bières trappistes, tendent à percevoir des similarités sensorielles entre ces bières que les participants novices et entraînés ne perçoivent pas. Les résultats des épreuves de tri ne confirment pas cela puisque les avisés n’ont pas catégorisé les bières trappistes entre elles, quelle que soit la condition de tri (libre ou en deux groupes). Ils semblent au contraire avoir davantage perçu les différences entre ces bières que leurs similarités. Ces résultats vont à l’encontre de notre hypothèse selon laquelle les participants avisés, au fur et à mesure de leur dégustation de bières trappistes, auraient extrait les caractéristiques sensorielles communes à ces

bières et développé des représentations mentales de cette catégorie, fondées sur ces caractéristiques sensorielles. En revanche, les participants novices et entraînés ont eu tendance à séparer les bières trappistes des bières non trappistes lors de l’épreuve de tri libre, mais pas lors du tri en deux groupes, suggérant qu’ils ont perçu quelques similarités sensorielles entre les bières trappistes mais qu’ils ne possèdent pas de concept de bières trappistes fondé sur ces similitudes. De plus, quelle que soit la nature de l’épreuve (tri libre ou en deux groupes), **les participants novices et entraînés ont globalement catégorisé les bières de la même façon**, ce qui rejoint les résultats du chapitre 1 dans lequel nous avons également mis en évidence qu’il n’y avait pas de différence de catégorisation des bières entre les participants entraînés et les novices.

Il est toutefois intéressant de noter que les catégorisations des participants avisés obtenues lors des deux tâches de tri se distinguent de celles des participants novices et entraînés. Ceci peut suggérer que les connaissances que les participants avisés possèdent des bières trappistes et des bières en général ont influencé leur catégorisation par rapport à celles des entraînés et des novices. Il est également envisageable que les différences de catégorisation entre les participants avisés d’une part et les participants novices et entraînés d’autre part, soit en partie due aux différences de discrimination mises en évidence lors du test triangulaire. Comme dans l’étude précédente avec les participants entraînés et les brasseurs, cette différence de performances discriminatives pourrait être expliquée par la familiarité des participants pour les bières testées. On peut alors imaginer que les participants avisés n’ont pas catégorisé les bières de la même façon que les deux autres groupes car ils perçoivent davantage les différences sensorielles entre les bières auxquelles ils sont familiers.

## **Chapitre 4**

---

### **Apprentissage de catégories sensorielles**

## 1. Introduction

Comme nous l'avons vu dans la revue bibliographique, certains auteurs ont émis l'hypothèse qu'à travers des expositions répétées à des vins de différents cépages, les experts formeraient des représentations mentales fondées sur les caractéristiques sensorielles communes au vin d'un même cépage (Solomon, 1991, 1997 ; Hughson, 2003 ; Ballester *et al.*, 2005, 2008 ; Brochet et Dubourdieu, 2001). L'objectif de cette quatrième étude, basé sur ces résultats, était d'évaluer si des participants novices étaient capables d'**apprendre des catégories sensorielles** de bières, grâce à une **exposition répétée** aux bières de ces catégories. Contrairement aux études sur le vin réalisées avec des professionnels, notre étude a été construite de façon à contrôler et quantifier l'exposition aux bières. Il a déjà été montré que l'apprentissage perceptif était possible, c'est-à-dire que des individus étaient capables de mémoriser des stimuli sensoriels (Morin-Audebrand, 2008 pour une revue récente). Valentin, Chollet, Beal et Patris (2007) ont notamment trouvé que des participants entraînés à la bière étaient meilleurs que des novices dans des tâches de reconnaissance de bières et d'odeurs de bières (mais uniquement sur les bières sur lesquelles ils avaient été entraînés). En revanche, à notre connaissance, aucune étude n'a démontré que les individus étaient capables de généraliser leur apprentissage à des stimuli non appris. Chollet, Valentin et Abdi (2005) se sont particulièrement intéressés à cette question de généralisation des connaissances. Ils ont mis en évidence que des participants entraînés à décrire les caractéristiques sensorielles des bières étaient capables de généraliser leur apprentissage verbal mais pas leur apprentissage perceptif. Dans cette étude, nous avons voulu évaluer d'une part si des participants novices étaient capables d'apprendre des catégories de bières d'un point de vue perceptif, et d'autre part s'ils étaient capables de généraliser leur apprentissage, c'est-à-dire de catégoriser de nouvelles bières. Pour cela, deux expériences identiques ont été menées sur deux critères de catégorisation différents : le **type de fermentation** des bières et leur **origine géographique**.

Le type de fermentation est un critère technique des bières. En effet, toutes les bières peuvent être catégorisées selon le type de fermentation qu'elles ont subi pendant leur fabrication. Il existe trois types de fermentation : la fermentation **haute**, la fermentation **basse** et la fermentation **spontanée**. Avant de détailler ces trois types, rappelons que la fermentation est la dernière étape de fabrication de la bière. Elle se déroule après l'étape de brassage qui consiste à mélanger l'orge malté et l'eau, à chauffer ce mélange suivant des paliers de température précis, puis à ajouter le houblon. Le brassage permet à l'amidon contenu dans le malt d'être transformé, par action enzymatique, en sucres simples. Après avoir été filtré, le moût obtenu va êtreensemencé avec la levure, dont le rôle est de transformer les sucres simples du moût en alcool et en gaz carbonique permettant d'obtenir la bière à proprement parlé. Suivant la famille de levure utilisée, la fermentation sera haute, basse ou spontanée. La fermentation haute se produit avec des levures de type *Saccharomyces cerevisiae* qui agissent à une

température comprise entre 15 et 25°C. Lorsque la levure a épuisé les sucres simples du moût, elle remonte à la surface de la bière, d'où son nom. La fermentation basse est obtenue avec des levures de type *Saccharomyces pastorianus* qui agissent à une température comprise entre 4 et 12°C. Au cours de la fermentation, cette levure migre vers le fond de la cuve de fermentation, d'où l'appellation « basse ». Contrairement aux fermentations haute et basse, la fermentation spontanée ne nécessite pas d'ajout de levure dans le moût : exposé à l'air libre, il estensemencé par des levures sauvages. Notons que la fermentation spontanée est beaucoup plus rare que les fermentations haute et basse et qu'elle n'est plus utilisée que pour les bières belges de type lambic. C'est la raison pour laquelle nous ne nous sommes pas intéressés à cette fermentation pour cette étude. Suivant la levure utilisée, et donc le type de fermentation, les bières produites seront différentes. Les bières de fermentation basse sont plutôt des bières peu alcoolisées et relativement peu aromatiques. Les bières de fermentation haute sont généralement des bières au contraire plus alcoolisées, plus aromatiques et souvent plus denses. Expliquer de cette façon, la catégorisation sensorielle des bières en fermentation haute ou basse semble être une tâche plutôt simple. Cependant, la variabilité des bières au sein de chacune des catégories rend la tâche plus compliquée qu'elle n'y paraît.

L'origine géographique, comme nous l'avons vu dans l'introduction, est une autre façon de catégoriser les bières. Presque tous les pays du monde brassent de la bière et chaque nation ou région possède ses habitudes et ses traditions brassicoles, conduisant à des styles de bières différents. Nous avons choisi de nous concentrer sur trois pays seulement :

- La **Belgique** est le pays de la bière par excellence. Aucun pays n'offre une telle variété de bières. On y trouve des bières blanches, blondes, brunes, ambrées, des lambics, des trappistes, etc. Les bières belges sont souvent vues comme des bières assez alcoolisées et très riches en goût.
- L'**Allemagne** est surtout connue pour ses bières blondes de fermentation basse (appelées *lagers*) et pour ses bières de blé (bières blanches, appelées *Hefeweizen*). En France, les bières allemandes sont souvent vues comme des bières de quantité plutôt que de qualité, décrites comme des bières fades. Pourtant, aucun pays n'est davantage attaché à la qualité de sa bière, et bien que la *Rheinheitsgebot* (loi de pureté de la bière) implique l'impossibilité pour les brasseurs allemands d'imiter l'extravagance de leurs confrères belges, on trouve en Allemagne une grande variété et une excellente qualité de bière.

- Le **Royaume-Uni** où la bière est systématiquement associée aux pubs. Pour la plupart des gens, en particulier en France, la bière anglaise<sup>1</sup> est un verre de Guinness, cette stout brune, amère et crémeuse. En réalité, le Royaume-Uni regorge de bières autres que la Guinness, bière irlandaise avant tout. On y trouve quelques *lagers* et surtout des *ales* (bières de fermentation haute), dont la couleur varie du blond pâle au rubis foncé et qui sont généralement peu alcoolisées (de 3.5 à 4.5% vol.). Parmi elles, les bières *bitter*, chargées en houblon, sont bues surtout à la pression en Angleterre et au Pays de Galles.

Après avoir exposé les hypothèses de travail et la démarche générale de cette étude, nous présenterons en détail l'expérience d'apprentissage des catégories « fermentation », suivie de l'expérience d'apprentissage des catégories « géographie ».

## 2. Démarche générale et hypothèse de travail

### 2.1. Démarche générale

Les deux études d'apprentissage (fermentation et géographie) se sont déroulées selon le même paradigme en trois phases : une première phase de test  $T_0$ , une deuxième phase d'apprentissage et une troisième phase de test  $T_{\text{final}}$  identique à la première phase  $T_0$ . Lors de la première phase (phase de test  $T_0$ ), un certain nombre de bières ont été présentées aux participants qui devaient les goûter et déterminer la catégorie de chacune d'elles. Parmi ces bières, la moitié a ensuite été présentée à nouveau lors de la phase d'apprentissage (ces bières seront appelées bières « apprises » dans la suite du texte) alors que l'autre moitié des bières n'a pas été présentées pendant l'apprentissage (ces bières seront appelées bières « non apprises » dans la suite du texte).

Lors de la phase d'apprentissage, les participants ont été exposés pendant plusieurs séances à des bières appartenant aux différentes catégories testées. Au cours de cette phase d'apprentissage, les participants ont dégusté plusieurs fois les bières présentées à  $T_0$  (les bières *apprises*) ainsi que des bières non présentées à  $T_0$  (ces bières seront appelées bières « nouvelles » dans la suite du texte).

Lors de la dernière phase (phase de test  $T_{\text{final}}$ ), les mêmes bières que celles présentées à  $T_0$  (bières *apprises* et *non apprises*) ont été à nouveau présentées aux participants qui devaient les goûter et déterminer leur catégorie. A la fin de cette phase de test, les participants répondaient à un questionnaire dont l'objectif était de comprendre les stratégies utilisées pour catégoriser les bières lors de cette dernière phase.

---

<sup>1</sup> Tout au long de ce chapitre, l'adjectif « anglais » sera utilisé pour évoquer les bières du Royaume-Uni en général (bières de Grande Bretagne et bières d'Irlande du Nord).

## 2.2. Hypothèses de travail

Notre hypothèse principale est la suivante : si les participants ont appris à identifier l'appartenance catégorielle des bières, alors on observera davantage de réponses correctes à  $T_{\text{final}}$  qu'à  $T_0$ . Si cette hypothèse est vérifiée, deux autres hypothèses secondaires pourront alors être émises :

- Si les participants ont appris à identifier l'appartenance catégorielle de chaque bière de façon individuelle mais n'ont pas réussi à catégoriser de nouvelles bières, alors les résultats seront meilleurs à  $T_{\text{final}}$  qu'à  $T_0$  uniquement pour les bières auxquelles les participants ont été exposés pendant la phase d'apprentissage (bières *appries*).
- Si les participants ont réussi à généraliser leur catégorisation à de nouvelles bières, alors les résultats seront meilleurs à  $T_{\text{final}}$  qu'à  $T_0$  pour les bières auxquelles les participants ont été exposés pendant l'apprentissage (bières *appries*) et pour celles auxquelles ils n'ont pas été exposés (bières *non appries*).

## 3. Apprentissage des catégories « fermentation »

### 3.1. Matériel et méthodes

#### 3.1.1. Participants

Dix-neuf étudiants (6 femmes et 13 hommes) de l'Institut Supérieur d'Agriculture de Lille ont participé à l'étude qui s'est déroulée dans le cadre d'une option de 40 heures sur la découverte des différents métiers de la bière. Au cours de cette option, les étudiants étaient initiés aux différents aspects techniques et sensoriels de la bière. Au commencement de l'étude, les participants connaissaient uniquement la définition technique des bières de fermentation haute et basse.

#### 3.1.2. Produits

Trente-six bières (18 bières FH et 18 bières FB) ont été utilisées au cours de cette étude. Elles sont présentées dans le tableau 11. Les bières FH et FB ont été choisies de façon à représenter au mieux le marché en termes de couleur et de degré d'alcool. Les bières FB sont en majorité des bières blondes à faible degré d'alcool. Parmi les bières FH, on trouve des blondes, des brunes et des ambrées et leur degré d'alcool est globalement plus élevé que celui des bières FB. Cinq bières FH et cinq bières FB ont été testées à  $T_0$  et à  $T_{\text{final}}$  et présentées lors de l'apprentissage (bières *appries* dans la colonne « Apprentissage »). Cinq bières FH et cinq bières FB ont été testées à  $T_0$  et à  $T_{\text{final}}$  mais non présentées pendant l'apprentissage (bières *non appries*). Enfin, huit bières FH et huit bières FB n'ont été présentées que pendant l'apprentissage (bières *nouvelles*). Parmi les bières non appries, une bière FH et une bière FB ont été volontairement choisies comme étant a priori différentes de la majorité des bières de leur catégorie. Elles sont appelées **bières « pièges »** (voir tableau 11). Pour les bières FH, la

bière *piège* est la **Hoegaarden**, qui est une bière blanche. Elle est considérée comme une bière *piège* d'une part car il n'y a aucune bière blanche parmi les bières *appries*. Parmi les bières *nouvelles*, une seule bière blanche —la Blanche de Bruges— a été présentée aux participants. Les participants n'ont donc été exposés à une bière blanche que deux fois au cours des 10 séances de l'étude : une fois à T<sub>0</sub> lorsqu'ils ont testé la Hoegaarden et une fois au cours de la phase d'apprentissage lorsqu'ils ont testé la Blanche de Bruges. D'autre part, la Hoegaarden est une bière FH qui partage davantage de propriétés sensorielles des bières FB que des bières FH (faible degré alcoolique, couleur blonde très claire). Pour les bières FB, la bière *piège* choisie est la **Bière du Démon**. De par son fort degré d'alcool (12% vol.), elle ressemble davantage aux bières FH qu'aux bières FB.

**Tableau 11.** Liste des 36 bières utilisées pour l'étude d'apprentissage des catégories « fermentation ».

Fermentation	Bière	Couleur	Degré alcool (% vol.)	Apprentissage	
Fermentation basse	33 Export	blonde	4.5	Apprise	
	Bavaria 8,6	blonde	7.9	Apprise	
	Carlsberg	blonde	5.0	Apprise	
	Heineken	blonde	5.0	Apprise	
	Pelforth	brune	6.5	Apprise	
	Atlas	blonde	7.2	Non apprise	
	Bière du démon ( <i>piège</i> )	blonde	12.0	Non apprise	
	Chti	brune	6.4	Non apprise	
	Stella Artois	blonde	5.2	Non apprise	
	Wel Scotch	ambrée	6.2	Non apprise	
	1664	blonde	5.5	Nouvelle	
	9X Extra Strong	blonde	8.4	Nouvelle	
	Beck's	blonde	5.0	Nouvelle	
	Fisher	blonde	6.0	Nouvelle	
	Gold	blonde	6.4	Nouvelle	
	Kronenbourg	blonde	4.2	Nouvelle	
	Lutèce	blonde	6.4	Nouvelle	
	Saint Omer	blonde	5.0	Nouvelle	
	Fermentation haute	Chimay rouge	brune	7.0	Apprise
		Grain d'Orge	blonde	8.0	Apprise
Grimbergen		blonde	6.7	Apprise	
Kwak		ambrée	8.0	Apprise	
Leffe brune		brune	6.5	Apprise	
Duvel		blonde	8.5	Non apprise	
Hoegaarden ( <i>piège</i> )		blanche	4.9	Non apprise	
Jenlain		ambrée	7.5	Non apprise	
Palm Spéciale		ambrée	5.4	Non apprise	
Saint Landelin		blonde	6.5	Non apprise	
3 monts		blonde	8.5	Nouvelle	
Atrébate		brune	7.0	Nouvelle	
Belzebuth		blonde	13.0	Nouvelle	
Blanche de Bruges		blanche	4.8	Nouvelle	
Leffe blonde		blonde	6.6	Nouvelle	
Maredsous		blonde	6.0	Nouvelle	
Secret des Moines		blonde	6.6	Nouvelle	
Septante 5		ambrée	7.5	Nouvelle	

Un volume de 25 ml de chaque bière était servi dans un gobelet en plastique blanc de 25 cl codé par un code à trois chiffres. Les bières étaient servies à une température de 10°C, sous une lumière blanche.

### 3.1.3. Procédure

L'étude s'est déroulée sur 10 séances de 40 minutes environ. Les séances étaient séparées d'une semaine. La séance 1 ( $T_0$ ) et la séance 10 ( $T_{\text{final}}$ ) ont consisté en des séances de tests et les séances 2 à 9 (soit huit séances) ont consisté en des séances d'apprentissage. La figure 43 présente un schéma récapitulatif de la procédure globale de l'étude. Lors de la première séance, les participants étaient informés qu'ils allaient participer à une étude de recherche en évaluation sensorielle sur les bières de fermentation haute et basse. Aucune information ne leur était donnée concernant l'objectif de cette étude ni le type de bières qu'ils allaient déguster.

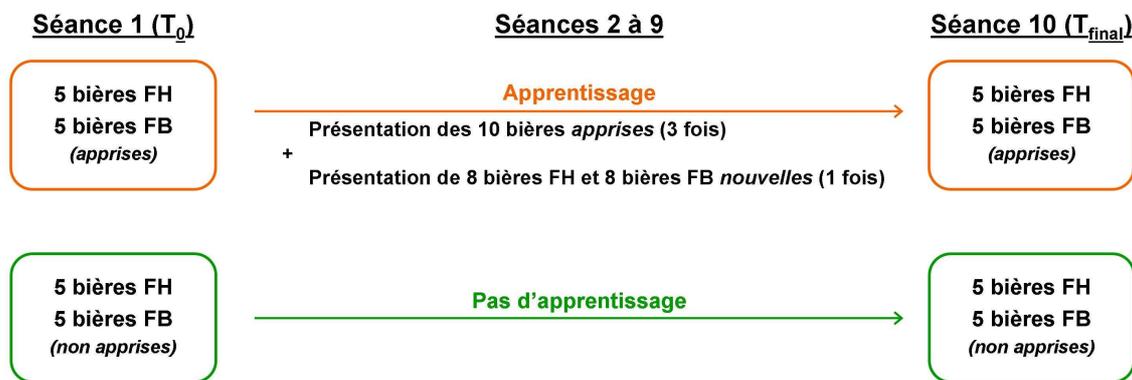


Figure 43. Schéma récapitulatif de la procédure utilisée pour l'étude d'apprentissage des catégories « fermentation ».

**Séance 1 ( $T_0$ ).** Lors de la première séance, l'expérimentateur donnait les instructions aux participants (Annexe 7). Chaque participant recevait ensuite la première bière, devait la sentir et la goûter et décider s'il s'agissait d'une bière FH ou d'une bière FB. Il devait également préciser s'il était sûr de sa réponse en donnant une note de sûreté sur une échelle en trois points (*pas sûr/sûr/très sûr*). Lorsqu'il avait terminé, la première bière et la feuille de réponse associée étaient retirées et le participant recevait la deuxième bière avec la deuxième feuille de réponse et ainsi de suite pour les 20 bières testées. Parmi ces 20 bières, il y avait 10 bières FH et 10 bières FB et sur ces 10 bières, cinq étaient des bières *appries* et cinq étaient des bières *non appries*. L'ordre de présentation des bières était différent pour chaque participant et déterminé par un carré latin de Williams. Les participants disposaient d'eau et de crackers pour se rincer la bouche entre chaque bière. Ils avaient la possibilité de recracher s'ils le souhaitaient. A la fin de la séance, l'expérimentateur indiquait aux participants le nom et le type de fermentation (haute ou basse) de chacune des 20 bières qu'ils venaient de déguster. Il présentait également les bouteilles de bières aux participants. Aux questions des participants

concernant les différences sensorielles entre les bières FH et les bières FB, l'expérimentateur répondait qu'il ne pouvait pas leur donner de définition sensorielle, que c'était à eux de trouver leurs propres définitions.

**Séances d'apprentissage (séances 2 à 9).** Les huit séances d'apprentissage se sont toutes déroulées de la même façon. A chaque séance, exceptée la séance 9, les participants recevaient six bières, une par une. Parmi ces six bières, il y avait toujours trois bières FH et trois bières FB et sur ces trois bières, deux étaient des bières *appries* et une était une bière *nouvelle*. Notons que lors de la séance 9, les participants n'ont reçu que quatre bières à déguster : deux bières FH et deux bières FB (dont une bière *apprie* et une bière *nouvelle* pour chaque catégorie). Ainsi, au cours des huit séances d'apprentissage, chaque bière *apprie* a été dégustée trois fois et chaque bière *nouvelle* a été dégustée une fois. Pour chacune des six bières, le participant devait la sentir et la goûter et déterminer s'il s'agissait d'une bière FH ou FB. Il devait également indiquer le degré de sûreté de sa réponse sur une échelle en trois points (*pas sûr/sûr/très sûr*). Enfin, il devait décrire les caractéristiques sensorielles de chacune des six bières en quelques mots (Annexe 7). L'ordre de présentation des bières était identique pour tous les participants. Les participants disposaient d'eau et de crackers pour se rincer la bouche entre chaque bière. Ils avaient la possibilité de recracher s'ils le souhaitaient. A la fin de la séance, une correction globale était effectuée par l'expérimentateur. Pour chaque bière, l'expérimentateur demandait aux participants quel type de fermentation ils avaient trouvé et leur donnait la bonne réponse. Il leur demandait également de mettre en commun leurs descriptions sensorielles des bières et les faisait échanger entre eux à ce sujet. Les participants avaient alors la possibilité de regoûter les bières s'ils le souhaitaient. Enfin, les bouteilles des six bières dégustées étaient présentées aux participants.

**Séance 10 ( $T_{final}$ ).** La dernière séance était identique à la première séance. Lorsqu'ils avaient terminé, chaque participant recevait un questionnaire comportant cinq questions sur l'expérience à laquelle il avait participé (Annexe 7). Les cinq questions posées étaient les suivantes :

**Question 1 :** « Prenez le temps de vous remettre dans la situation de dégustation que vous venez de vivre... A présent, essayez de vous rappeler la dernière bière que vous avez goûtée, comment elle était... Pouvez-vous nous dire comment vous avez fait pour décider que cette bière était de fermentation haute ou de fermentation basse ? »

**Question 2 :** « Vous venez de nous dire comment vous avez fait pour décider que la dernière bière que vous avez goûtée était de fermentation haute ou de fermentation basse. Avez-vous procédé de la même façon pour décider du type de fermentation de toutes les bières que vous avez goûtées ? Si vous n'avez pas procédé de la même façon, pouvez-vous décrire les autres cas de figures en vous appuyant sur des exemples concrets et précis ? »

**Question 3 :** « Pouvez-vous donner en quelques mots votre définition d'une bière de fermentation haute et d'une bière de fermentation basse (d'un point de vue sensoriel) ? »

**Question 4 :** « Pourriez-vous nous dire en 10 lignes maximum ce que vous avez appris sur les bières de fermentation haute et basse au cours de cette option biérogie ? Quelles ont été vos sources d'informations (les cours théoriques, internet... ?) »

**Question 5 :** « Avant que vous ne répondiez à ce questionnaire, nous avons imaginé différentes façons de procéder pour décider si une bière est de fermentation haute ou basse. Nous avons essayé de les traduire dans les énoncés que nous vous présentons ci-dessous. Nous vous demandons de lire ces énoncés attentivement. Pour chacun d'entre eux, nous vous demandons d'indiquer si OUI, vous avez déjà utilisé cette procédure pour décider du type de fermentation d'une bière ou si NON, vous n'avez jamais utilisé cette procédure. ». Quarante-deux énoncés étaient alors proposés aux participants qui, pour chacun d'eux, devaient dire s'ils avaient déjà utilisé cette procédure pour décider du type de fermentation d'une bière ou s'ils n'avaient jamais utilisé cette procédure. Les énoncés ont été construits à partir d'hypothèses faites sur les caractéristiques sensorielles des bières de fermentation haute et basse (voir Tableau 12, § 3.2.2).

### 3.2. Résultats et discussion

Pour les analyses effectuées sur les données d'apprentissage, les réponses des participants ont été codées en 0 et 1. Pour chaque bière testée par les participants, une valeur de 1 a été attribuée si le participant a correctement identifié le type de fermentation de la bière et une valeur de 0 a été attribuée s'il s'est trompé. Les données extraites du questionnaire ont été traitées qualitativement ou en calculant des fréquences de réponses selon les questions.

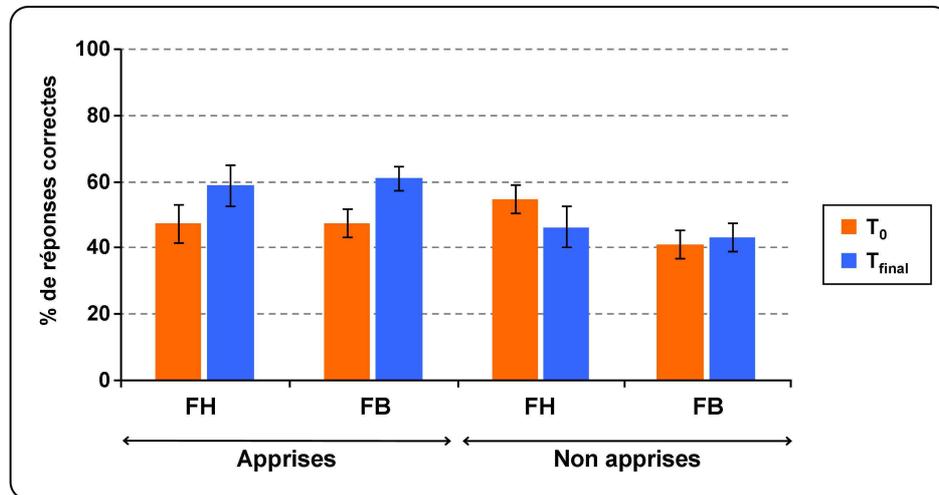
#### 3.2.1. Traitement des données d'apprentissage

Les données ont été analysées de trois façons différentes : tout d'abord de façon globale en comparant les données à  $T_0$  et à  $T_{final}$  pour toutes les bières confondues, puis en comparant les données à  $T_0$  et à  $T_{final}$  de chaque bière une par une et enfin en étudiant l'évolution des données au cours des séances d'apprentissage. Finalement, les notes de sûreté attribuées par les participants à  $T_0$  et  $T_{final}$  ont été analysées et mises en parallèle avec les résultats d'apprentissage.

##### ➤ *Analyse des données à $T_0$ et $T_{final}$ pour toutes les bières confondues.*

La figure 44 représente les pourcentages de réponses correctes obtenus à la première séance ( $T_0$ ) et la dernière séance ( $T_{final}$ ) pour les bières FH et FB *appries* et *non appries*. Pour les bières *appries*, on constate que les pourcentages de réponses correctes sont plus élevés à  $T_{final}$  qu'à  $T_0$ , pour les bières FH comme pour les bières FB. Pour les bières *non appries*, les résultats des bières FH ont diminué entre

$T_0$  et  $T_{final}$  alors que ceux des bières FB sont restés stables. De plus, on peut constater que la variabilité des résultats des bières FH est légèrement plus grande que celle des résultats des bières FB, suggérant que certains participants réussissent mieux que d'autres à déterminer l'appartenance catégorielle des bières FH.

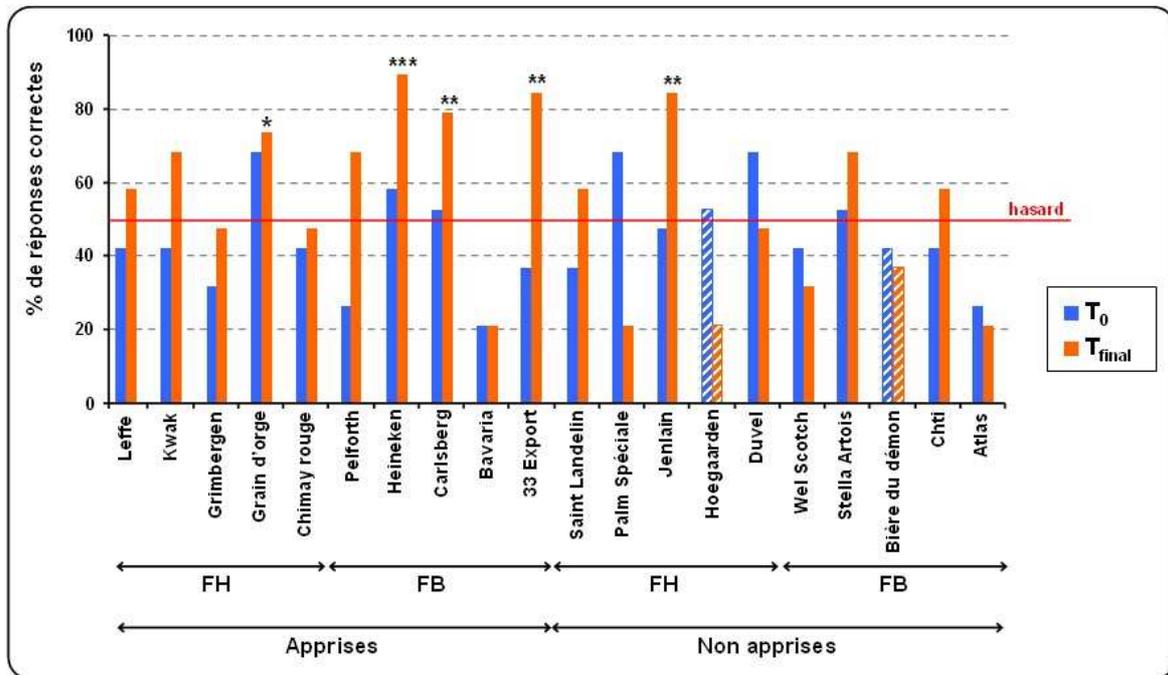


**Figure 44.** Pourcentages de réponses correctes (moyenne  $\pm$  erreur standard) obtenus pour l'ensemble des participants pour les bières FH et FB *apprises* et *non apprises* à  $T_0$  et  $T_{final}$ .

Une ANOVA à trois facteurs avec la séance ( $T_0/T_{final}$ ), l'apprentissage (*bières apprises/non apprises*) et le type de fermentation (*FH/FB*) comme variables intra-sujet et les réponses des participants codées en 0 et 1 comme variable dépendante met en évidence un effet de l'apprentissage [ $F(1, 752) = 4.02, p < 0.05$ ]. Le pourcentage de réponses correctes pour les bières *apprises* ( $M = 53.7 \pm 22.7\%$ ) est en moyenne plus élevé que pour les bières *non apprises* ( $M = 46.3 \pm 20.7\%$ ). Cependant, cet effet doit être analysé en tenant compte de l'interaction significative entre l'apprentissage et la séance [ $F(1, 752) = 4.64, p < 0.05$ ]. Deux tests de Student entre les réponses des participants à  $T_0$  et à  $T_{final}$  pour les bières *apprises* d'une part et pour les bières *non apprises* d'autre part, mettent en évidence une différence significative du nombre de réponses correctes entre  $T_0$  et  $T_{final}$  pour les bières *apprises* uniquement [ $t(189) = 2.60, p = 0.01$ ]. Les bières *apprises* ont des résultats significativement plus élevés à  $T_{final}$  ( $M = 60.0 \pm 21.8\%$ ) qu'à  $T_0$  ( $M = 47.4 \pm 22.0\%$ ). Ces résultats mettent en évidence que les participants ont appris à identifier l'appartenance catégorielle des bières qu'ils ont dégustées de façon répétée pendant la phase d'entraînement (*bières apprises*) mais n'ont pas su généraliser leur apprentissage aux bières auxquelles ils n'ont pas été exposés (*bières non apprises*). Par ailleurs, il n'y a pas d'effet du type de fermentation, ce qui signifie qu'un type de fermentation (haute ou basse) n'a pas été plus facilement identifié qu'un autre, à  $T_0$  comme à  $T_{final}$ .

➤ **Analyse des données à  $T_0$  et  $T_{final}$  pour chaque bière.**

Afin de mieux comprendre les résultats, les données ont également été étudiées bière par bière, notamment pour évaluer les résultats des bières *piège* (Hoegaarden et Bière du Démon). La figure 45 présente les résultats du groupe de participants pour chacune des 20 bières testées à  $T_0$  et  $T_{final}$ .



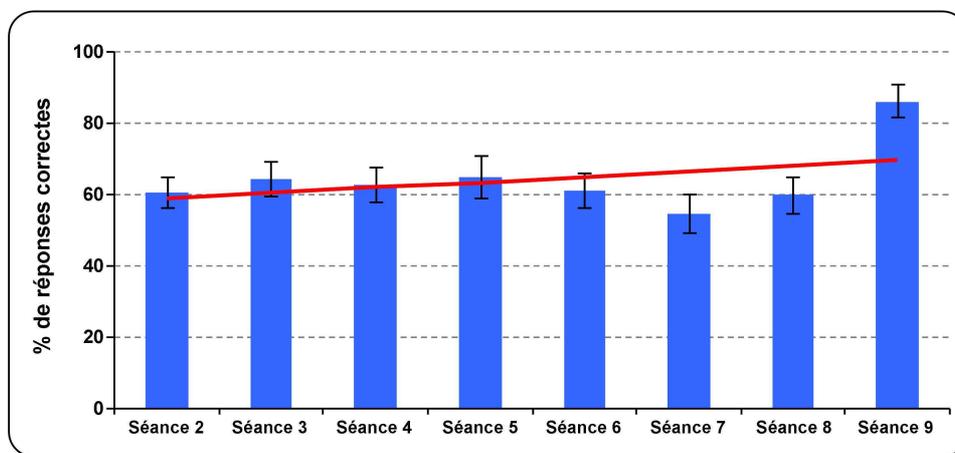
**Figure 45.** Pourcentages de réponses correctes obtenus par le groupe de participants pour les bières FH et FB *apprises* et *non apprises* à  $T_0$  et  $T_{final}$ . Les deux bières *piège* sont indiquées en rayé. Les étoiles indiquent le niveau de probabilité associée à la loi binomiale ( $P = \frac{1}{2}$ ) : \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$ . La ligne horizontale rouge indique le pourcentage de réponses correctes obtenu au hasard (50% de réponses correctes).

Ce graphique met en évidence que pour la majorité des bières (13 bières sur 20), le pourcentage de réponses correctes a augmenté entre  $T_0$  et  $T_{final}$ . Parmi ces 13 bières, on retrouve neuf bières *apprises* (la dixième bière *apprise* —la Bavaria 8.6— ayant obtenu des résultats identiques à  $T_0$  et  $T_{final}$ ), ce qui confirme les résultats statistiques précédents. Six bières ont vu leurs résultats diminuer entre la première et la dernière séance : la Palm Spéciale, la Hoegaarden, la Duvel, la Wel Scotch, la Bière du Démon et l'Atlas. Toutes sont des bières *non apprises*, ce qui confirme à nouveau l'influence de l'exposition aux bières pendant la phase d'apprentissage sur les résultats à  $T_{final}$ . Parmi les quatre bières *non apprises* dont le pourcentage de réponses correctes a augmenté entre  $T_0$  et  $T_{final}$ , on compte deux bières FH (la Saint Landelin et la Jenlain) et deux bières FB (la Stella Artois et la Chti). Par ailleurs, la loi binomiale ( $P = \frac{1}{2}$ ) appliquée aux pourcentages de réponses correctes de chaque bière à  $T_0$  et  $T_{final}$  met en évidence que cinq bières ont un pourcentage de réponses correctes significativement supérieur au hasard à  $T_{final}$ . Il s'agit de quatre bières *apprises* (Grain d'Orge, Heineken, Carlsberg et 33 Export) et d'une bière *non apprise* (Jenlain).

Si l'on s'intéresse plus particulièrement aux deux bières *piège*, la Hoegaarden et la Bière du Démon (en rayé sur le graphique), leurs pourcentages de réponses correctes a diminué entre  $T_0$  et  $T_{final}$ , notamment pour la Hoegaarden. Cependant, cette observation n'est pas suffisante pour valider notre hypothèse selon laquelle les bières *piège* ne sont pas représentatives de leur catégorie. En effet, ces deux bières ne sont pas les seules bières *non apprises* dont le résultat a diminué entre  $T_0$  et  $T_{final}$ .

➤ **Evolution des résultats au cours de l'apprentissage.**

Nous nous sommes également intéressés à l'évolution des scores au cours des huit séances d'apprentissage. La figure 46 représente l'évolution du pourcentage de réponses correctes entre les séances 2 et 9 pour l'ensemble du groupe.

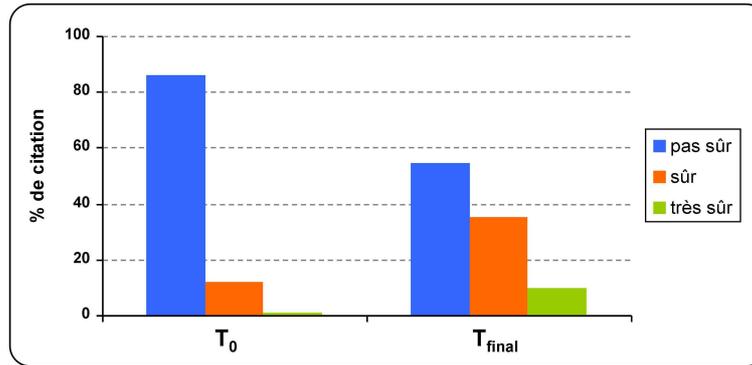


**Figure 46.** Pourcentages de réponses correctes (moyenne  $\pm$  erreur standard) obtenus aux séances d'apprentissage (séances 2 à 9) pour le groupe de participants. La droite rouge représente la droite de régression.

On constate que les résultats n'évoluent pas beaucoup d'une séance à une autre, à l'exception de la séance 9 pour laquelle le pourcentage de réponses correctes est plus important que pour les autres séances. Une régression linéaire confirme que les résultats n'ont pas progressé significativement au cours des huit séances d'apprentissage ( $R^2 = 0.16$ , pente de la droite = 1.53, ns).

➤ **Analyse des notes de sûreté.**

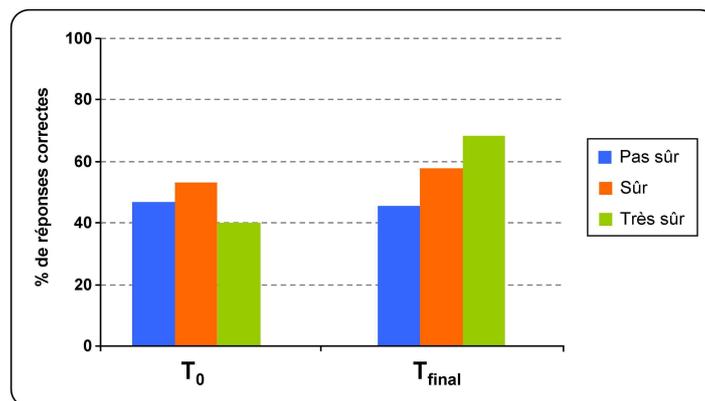
Les notes de sûreté demandées aux participants après chacune de leurs réponses ont été analysées à  $T_0$  et  $T_{final}$  de façon à évaluer si ces notes augmentent entre la première et la dernière séance. La figure 47 présente les pourcentages de citation des trois notes de sûreté (pas sûr, sûr et très sûr) à  $T_0$  et à  $T_{final}$ .



**Figure 47.** Pourcentages de citation de chacune des notes de sûreté (pas sûr, sûr, très sûr) pour le groupe de participants à T<sub>0</sub> et T<sub>final</sub>.

On observe globalement que les participants déclarent être plus sûrs de leurs réponses à T<sub>final</sub> qu'à T<sub>0</sub>. En effet, le pourcentage de citation de la note « pas sûr » est plus important à T<sub>0</sub> qu'à T<sub>final</sub> ( $\chi^2 = 27.37$ ,  $p < 0.001$ ) alors que ceux des notes « sûr » et « très sûr » sont plus importants à T<sub>final</sub> qu'à T<sub>0</sub> (respectivement :  $\chi^2 = 42.55$ ,  $p < 0.001$  ;  $\chi^2 = 25.33$ ,  $p < 0.001$ ). Même s'il n'y a pas de différence de résultats entre les bières FH et les bières FB, on observe que les bières FB ont un pourcentage de citation de la note « très sûr » significativement plus important que les bières FH ( $\chi^2 = 3.93$ ,  $p < 0.05$ ).

De plus, nous avons évalué s'il existe une relation entre les notes de sûreté des participants et leurs résultats d'apprentissage, en particulier, est-ce que lorsque les participants déclarent être très sûrs de leur réponse, leurs résultats sont en effet meilleurs que lorsqu'ils déclarent ne pas être sûrs de leur réponse ? Cette relation a été étudiée à T<sub>0</sub> et à T<sub>final</sub>. La figure 48 montre les pourcentages de réponses correctes obtenues en fonction des notes de sûreté données par les participants.



**Figure 48.** Pourcentages de réponses correctes obtenues lorsque les participants ont déclaré être « pas sûr », « sûr » et « très sûr » de leur réponse, à T<sub>0</sub> et T<sub>final</sub>.

On constate qu'à T<sub>0</sub>, les résultats sont légèrement meilleurs lorsque les participants déclarent être « sûrs » de leur réponse. A T<sub>final</sub>, on observe une progression des résultats avec la note de sûreté.

Pour résumer, les résultats des participants font apparaître un apprentissage des bières *appries* entre  $T_0$  et  $T_{\text{final}}$ , suggérant que les participants ont appris à identifier l'appartenance catégorielle de chaque bière *apprise* mais n'ont pas extrait de caractéristiques communes aux bières FB et FH leur permettant de généraliser aux autres bières des catégories. Aucune différence d'apprentissage n'a été noté entre les deux catégories de bières FH et FB. Par ailleurs, les participants sont conscients d'avoir appris à reconnaître l'appartenance catégorielle des bières puisqu'ils déclarent être davantage sûrs de leurs réponses à  $T_{\text{final}}$  qu'à  $T_0$ . Afin d'essayer de comprendre les mécanismes d'apprentissage, les réponses au questionnaire distribué à la fin de la dernière séance ont ensuite été analysées.

### 3.2.2. Traitement du questionnaire

L'objectif de ce questionnaire était d'essayer de mettre en évidence les stratégies utilisées par les participants pour déterminer l'appartenance catégorielle des bières et éventuellement apporter des éléments d'information sur la structure des catégories sensorielles testées ici. Les réponses de chaque participant aux différentes questions ont été étudiées de façon qualitative, à l'exception des questions 3 et 5. Pour la question 3, le pourcentage de citations de chaque terme ou expression cités a été calculé. Pour la question 5, le pourcentage de participants ayant choisi chaque scénario a été calculé.

A la **question 1** qui demandait aux participants de décrire la façon dont ils avaient procédé pour déterminer le type de fermentation de la dernière bière testée, un consensus ressort des réponses. Les participants déclarent que lorsqu'ils ont goûté une bière dont le goût était persistant, assez alcoolisé, sucrée, plutôt aromatique, amère ou encore lourde, ils en ont déduit que c'était une bière de fermentation haute. A l'inverse, les participants qui ont dégusté une bière peu persistante, faiblement alcoolisée, avec relativement peu d'arômes ou de goût et peu pétillante ont décidé qu'il s'agissait d'une bière de fermentation basse. Un participant a expliqué qu'il avait trouvé que sa bière ressemblait à de la Heineken ou de la 33 Export et que comme il savait (grâce aux séances d'entraînement) que ces bières étaient des bières de fermentation basse, il en a déduit que sa bière était également une bière de fermentation basse.

A la **question 2** qui demandait aux participants s'ils avaient procédé de la même façon pour décider du type de fermentation de toutes les bières, la majorité des participants (18 participants sur 19) ont répondu « oui ». Un seul participant explique qu'il a modifié ses critères de décision au fur et à mesure des séances. Un autre participant explique : « Oui, je la compare à des bières que je connais. A force de faire des dégustations, on retient quelle marque de bière était de FH ou de FB. Après en dégustant on compare. De plus, on se forge une opinion puisqu'en général, les bières FH sont plus alcoolisées, plus aromatiques, plus persistantes, plus épaisses. Par contre les bières FB sont plus acides, moins alcoolisées, moins persistantes, moins épaisses. Il y en a certaines entre les deux pour lesquelles c'est

difficile de différencier. » Un participant précise qu'il s'est appuyé sur la combinaison sucre/alcool pour décider du type de fermentation, un autre sur la richesse en arômes, la persistance et le taux d'alcool, un autre encore sur « l'effet en bouche global (persistance et amertume) », un autre enfin indique que la couleur peut influencer le choix.

La **question 3** demandait aux participants de donner en quelques mots leur définition sensorielle d'une bière de fermentation haute et d'une bière de fermentation basse. Pour les bières de fermentation haute, 63.2% des participants les ont décrites comme *persistantes* et *alcoolisées*, 47.4% comme *sucrées*, avec un *goût marqué* et *beaucoup d'arômes* et 26.3% des participants les ont décrites comme *lourdes* et *amères*. Les autres termes moins cités par les participants étaient (dans l'ordre décroissant du pourcentage de citation) : *ronde*, *couleur plus foncée*, *pétillante*, *goût de malt*, *épices*, *ambrée*, *plus acide*. Les bières de fermentation basse ont été décrites comme *peu persistantes*, *peu de goût* et *peu alcoolisées* par 42.1% des participants et comme étant *souvent blondes* par 26.3% des participants. Les autres termes ou expressions utilisées étaient (dans l'ordre décroissant du pourcentage de citation) : *peu sucrée*, *peu d'arômes*, *peu pétillante*, *peu acide*, *plus amère*, *moins amère*, *peu mousseuse*, *goût d'eau*, *acide*. Il semble donc que les participants sont plutôt en accord sur les descriptions sensorielles des bières de fermentation haute et basse, et notamment sur les bières de fermentation haute. Pour les bières de fermentation basse, les participants semblent moins en accord, notamment sur les termes *acide* et *amer*.

En réponse à la **question 4** qui leur demandait d'expliquer ce qu'ils avaient appris pendant l'option, les participants ont surtout essayé de mettre en relation leur définition sensorielle des bières de fermentation haute et basse et les informations techniques apprises au cours de l'option. Par exemple, beaucoup de participants ont expliqué que le goût sucré perçu de façon plus ou moins intense dans la bière est dû notamment aux différences de température pendant le brassage.

Enfin, dans la **question 5**, les participants devaient dire si oui ou non ils avaient utilisé les procédures proposées pour décider du type de fermentation des bières qu'ils avaient goûtées. Le pourcentage de participants ayant répondu « oui » pour chacune des 42 procédures est présenté dans le tableau 12. Globalement, l'observation de ce tableau révèle des résultats cohérents avec ceux des questions 1 et 3. Les participants semblent être en accord pour dire que les bières de fermentation haute sont des bières plutôt alcoolisées, fortes en goût, persistantes et lourdes (denses). A l'inverse, les bières de fermentation basse sont perçues comme des bières peu alcoolisées et relativement fades en goût.

**Tableau 12.** Réponses des participants à la question 5 du questionnaire : pourcentage de participants ayant répondu « oui, j'ai déjà utilisé cette procédure pour décider du type de fermentation d'une bière » pour chacun des 42 scénarios énoncés proposés. Les scénarios sont classés par ordre décroissant de pourcentage de participants ayant répondu « oui ».

Enoncés	Pourcentage de participants ayant répondu "oui"
Cette bière est de couleur brune. Au nez, elle est assez forte en intensité. Au goût, elle est plutôt forte et assez alcoolisée. J'en déduis que c'est une bière de fermentation haute.	100.0
Cette bière est assez fade en goût. J'en déduis que c'est une bière de fermentation basse.	94.4
Cette bière est de couleur blonde. Au nez, elle est assez forte en intensité. Au goût, elle est plutôt forte et assez alcoolisée. J'en déduis que c'est une bière de fermentation haute.	89.5
Cette bière est de couleur brune. Au nez, elle est plutôt faible en intensité. Au goût, je la trouve fade et peu alcoolisée. J'en déduis que c'est une bière de fermentation basse.	88.9
Cette bière est assez forte en goût. J'en déduis que c'est une bière de fermentation haute.	84.2
Cette bière est de couleur blonde. Au nez, elle est plutôt faible en intensité. Au goût, je la trouve fade et peu alcoolisée. J'en déduis que c'est une bière de fermentation basse.	84.2
Cette bière est assez faible en alcool. J'en déduis que c'est une bière de fermentation basse.	83.3
Cette bière a un arrière-goût persistant après déglutition. J'en déduis que c'est une bière de fermentation haute.	77.8
Cette bière est assez forte en alcool. J'en déduis que c'est une bière de fermentation haute.	77.8
Cette bière est plutôt lourde (dense). J'en déduis que c'est une bière de fermentation haute.	77.8
Cette bière est de couleur brune. Je ne lui trouve rien de particulier au nez et au goût. J'en déduis que c'est une bière de fermentation basse.	73.7
Cette bière est de couleur blonde. Je ne lui trouve rien de particulier au nez et au goût. J'en déduis que c'est une bière de fermentation basse.	72.2
Je reconnais cette bière. Je me souviens l'avoir déjà goûtée au cours des séances précédentes. Je ne connais pas son nom mais je sais qu'il s'agit d'une bière de fermentation haute (ou basse).	44.4
Cette bière est assez amère. J'en déduis que c'est une bière de fermentation haute.	42.1
Cette bière est assez sucrée. J'en déduis que c'est une bière de fermentation haute.	42.1
Je reconnais cette bière. Je connais son nom. Il s'agit de ( <i>nom de la bière</i> ). Je sais que c'est une bière de fermentation haute (ou basse).	42.1
Cette bière a un goût de malt assez intense. J'en déduis que c'est une bière de fermentation basse.	38.9
Cette bière a des arômes de caramel, miel, épices, café.... J'en déduis que c'est une bière de fermentation haute.	36.8
Cette bière est de couleur brune. J'en déduis que c'est une bière de fermentation haute.	36.8
Cette bière a des arômes fruités (banane, pomme...). J'en déduis que c'est une bière de fermentation haute.	31.6
Cette bière a un goût de malt assez intense. J'en déduis que c'est une bière de fermentation haute.	31.6
Cette bière est assez sucrée. J'en déduis que c'est une bière de fermentation basse.	31.6
Cette bière est assez amère. J'en déduis que c'est une bière de fermentation basse.	27.8
Cette bière a des arômes floraux (lilas...). J'en déduis que c'est une bière de fermentation haute.	22.2
Cette bière est de couleur brune. Je ne lui trouve rien de particulier au nez et au goût. Je réponds au hasard.	22.2
Cette bière est très pétillante. J'en déduis que c'est une bière de fermentation haute.	21.1

Enoncés	Pourcentage de participants ayant répondu "oui"
Cette bière a des arômes fruités (banane, pomme...). J'en déduis que c'est une bière de fermentation basse.	16.7
Cette bière est de couleur blonde. J'en déduis que c'est une bière de fermentation basse.	16.7
Cette bière a un goût de levure assez intense. J'en déduis que c'est une bière de fermentation haute.	15.8
Cette bière est de couleur blanche. J'en déduis que c'est une bière de fermentation basse.	15.8
Cette bière est de couleur blanche. J'en déduis que c'est une bière de fermentation haute.	15.8
Cette bière est de couleur brune. Je sais que les bières brunes peuvent être de fermentation basse ou de fermentation haute. Je réponds au hasard.	15.8
Cette bière est peu pétillante. J'en déduis que c'est une bière de fermentation basse.	15.8
Cette bière est de couleur blonde. Je ne lui trouve rien de particulier au nez et au goût. Je réponds au hasard.	11.1
Cette bière est de couleur blonde. Je sais que les bières blondes peuvent être de fermentation basse ou de fermentation haute. Je réponds au hasard.	10.5
Cette bière est peu pétillante. J'en déduis que c'est une bière de fermentation haute.	10.5
Cette bière est de couleur blonde. J'en déduis que c'est une bière de fermentation haute.	5.6
Cette bière est de couleur brune. J'en déduis que c'est une bière de fermentation basse.	5.6
Cette bière a des arômes de caramel, miel, épices café.... J'en déduis que c'est une bière de fermentation basse.	5.3
Cette bière est très pétillante. J'en déduis que c'est une bière de fermentation basse.	5.3
Cette bière a des arômes floraux (lilas...). J'en déduis que c'est une bière de fermentation basse.	0.0
Cette bière a un goût de levure assez intense. J'en déduis que c'est une bière de fermentation basse.	0.0

De façon plus précise, la **couleur** ne semble pas être un critère décisionnel à lui seul. Seuls 16.7% des participants déduisent qu'une bière est de fermentation basse et 5.6% de fermentation haute simplement en voyant sa couleur blonde. Pour la couleur brune, 36.8% des participants ont déduit que la bière était de fermentation haute en voyant sa couleur brune, contre 5.6% des participants qui ont déduit qu'elle était de fermentation basse. Il semble donc que le fait qu'une bière soit brune oriente la décision des participants vers la fermentation haute, bien que ce critère ne soit pas suffisant à lui seul. Concernant les bières blanches, 15.8% des participants ont décidé qu'elles étaient de fermentation haute et 15.8% de fermentation basse. Le **goût sucré** d'une bière semble être un critère relativement important puisque 73.7% des participants l'ont utilisé au moins une fois pour prendre leur décision (« Cette bière est assez sucrée, j'en déduis que c'est une bière de fermentation haute/basse »). Parmi ces participants, 42.1% l'ont utilisé pour décider qu'une bière était de fermentation haute et 31.6% pour décider qu'elle était de fermentation basse. Ceci montre que les participants ne sont pas en accord sur le goût sucré d'une bière et que ce critère à lui seul ne permet pas de déterminer le type de fermentation. La **pétillance** est un critère sur lequel nous n'avions aucune hypothèse *a priori*. Il semble que les participants ont plutôt évalué une bière très pétillante comme étant de fermentation

haute et une bière peu pétillante comme étant de fermentation basse mais ce critère ne semble pas être très consensuel ni déterminant dans le choix de la catégorie. En effet, seuls 21.1% des participants ont décidé qu'une bière très pétillante était FH contre 5.3% des participants qui ont décidé qu'elle était FB, et seuls 15.8% des participants ont décidé qu'une bière peu pétillante était FB contre 10.5% qui ont décidé qu'elle était FH. L'**amertume** est un autre critère pour lequel nous n'avons aucune hypothèse *a priori*. Une majorité des participants (69.9%) déclare l'avoir utilisé au moins une fois pour prendre sa décision, parmi lesquels 42.1% ont déduit qu'une bière assez amère était une bière de fermentation haute et 27.8% ont déduit qu'elle était de fermentation basse. De même, 52.6% des participants ont déclaré avoir utilisé au moins une fois la procédure « cette bière a un **goût de malt** assez intense, j'en déduis que c'est une bière de fermentation haute/basse ». Parmi eux, 15.8% l'ont utilisé pour décider qu'une bière était de fermentation haute, 21.0% pour décider qu'une bière était de fermentation basse et 15.8% pour décider parfois qu'une bière était de fermentation haute et parfois de fermentation basse. Il ne semble donc pas y avoir de consensus non plus sur l'importance du goût malté d'une bière dans la décision du type de fermentation. Finalement, 57.9% des participants déclarent avoir déjà **reconnu** une bière et en avoir déduit son type de fermentation. Parmi eux, 42.1% déclarent s'être souvenu du nom de la bière.

Les réponses des participants à ces questions font apparaître un certain consensus sur les propriétés des bières de chaque catégorie. Les bières de fermentation haute sont fréquemment décrites comme des bières assez alcoolisées, persistantes, fortes en goût et assez denses. Les bières de fermentation basse sont plutôt décrites comme des bières peu alcoolisées, avec peu de goût et peu persistantes. Loin de pouvoir conclure sur la structure des catégories sensorielles de fermentation, le fait que les participants soient d'accord sur un certain nombre de propriétés sensorielles communes pour chaque catégorie peut faire penser qu'ils ont commencé à construire un prototype de bière pour chaque catégorie. Ainsi, le prototype des bières FH serait une bière assez alcoolisée, au goût fort et persistant alors que le prototype des bières FB serait une bière faiblement alcoolisée avec peu de goût. L'utilisation de procédures telles que : « Cette bière est de couleur brune. Au nez, elle est assez forte en intensité. Au goût, elle est plutôt forte et assez alcoolisée. J'en déduis que c'est une bière de fermentation haute » pourrait alors illustrer que les participants comparent les caractéristiques de la bière à catégoriser avec celles du prototype. Le fait que les participants n'aient pas su généraliser aux bières *non apprises* pourrait alors signifier que le prototype créé n'était pas encore assez précis pour permettre aux participants d'identifier correctement l'appartenance catégorielle de nouvelles bières. Toutefois, le fait que les participants aient catégorisé correctement les bières *apprises* mais pas les bières *non apprises* peut suggérer qu'ils ont mémorisé chaque bière de façon individuelle. Quelques réponses aux questions tendent à confirmer cela, notamment le fait que 57.9% des participants aient déclaré avoir déjà reconnu une bière et en avoir déduit sa catégorie. Ces quelques résultats peuvent faire penser que les participants ont appris des exemplaires des catégories plutôt qu'ils n'ont construit

un prototype des bières FH et un prototype des bières FB. Cette hypothèse est appuyée par des témoignages tels que celui du participant qui explique qu'il a trouvé que sa bière ressemblait à la 33 Export ou à la Heineken et qui en a déduit qu'elle était de fermentation basse. Ce type de raisonnement illustre plutôt la théorie de l'exemplaire qui avance que les individus stockent en mémoire des exemplaires de la catégorie et que la catégorisation d'un nouvel élément se fait par comparaison aux exemplaires existants. Le fait que les participants n'aient pas su généraliser aux bières *non apprises* pourrait alors signifier que le nombre d'exemplaires appris n'était pas suffisant pour avoir une vision exhaustive des catégories.

## 4. Apprentissage des catégories « géographie »

### 4.1. Matériel et méthodes

#### 4.1.1. Participants

Dix-neuf étudiants (5 femmes et 14 hommes) de l'Institut Supérieur d'Agriculture de Lille ont participé à l'étude qui s'est déroulée dans le même cadre que l'étude d'apprentissage des catégories « fermentation ». Les étudiants suivaient l'option de découverte des différents métiers de la bière.

#### 4.1.2. Produits

Trente-trois bières (11 bières allemandes, 11 bières belges et 11 bières britanniques) ont été utilisées au cours de cette étude. Elles sont présentées dans le tableau 13. Comme nous l'avons évoqué en introduction de ce chapitre, la diversité des bières au sein de chaque catégorie est telle qu'il est impossible de présenter un exemplaire de tous les styles. Nous avons sélectionné les bières que nous jugeons les plus représentatives des catégories pour des individus français.

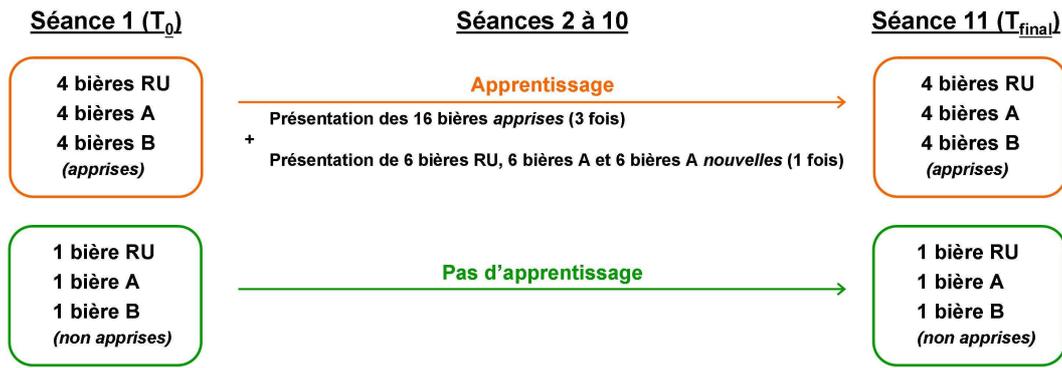
Pour les bières anglaises, nous avons donc sélectionné des *stouts* ainsi que des bières *ales* et des bières *bitter*. Pour les bières allemandes, nous avons choisi un assortiment de *lagers* et quelques bières blanches. Enfin pour les bières belges, nous avons choisi des bières plutôt alcoolisées et fortes en goût, en excluant les lambics (bières de fermentation spontanée très acides et parfois aromatisées aux fruits). Quatre bières anglaises, quatre bières allemandes et quatre bières belges ont été testées à  $T_0$  et à  $T_{\text{final}}$  et présentées lors de l'apprentissage (bières *apprises* dans la colonne « Apprentissage »). Six bières anglaises, allemandes et belges ont été testées à  $T_0$  et à  $T_{\text{final}}$  mais non présentées pendant l'apprentissage (bières *non apprises*). Enfin, une bière anglaise, une bière allemande et une bière belge n'ont été présentées que pendant l'apprentissage (bières *nouvelles*). Un volume de 25 ml de chaque bière était servi dans un gobelet en plastique blanc de 25 cl codé avec un code à trois chiffres. Les bières étaient servies à une température de 10°C.

**Tableau 13.** Liste des 33 bières utilisées pour l'étude d'apprentissage des catégories « géographie ».

Origine géographique	Bière	Couleur	Degré alcool (% vol.)	Apprentissage
Royaume Uni	Crest	blonde	8.4	Apprise
	Guinness	brune	4.2	Apprise
	George Killian's	ambrée	3.9	Apprise
	Newcastle	ambrée	4.7	Apprise
	Marston's Oyster Stout	brune	4.5	Non apprise
	Boddington	blonde	3.8	Nouvelle
	Marston's Pedigree	ambrée	4.5	Nouvelle
	Marston's Old Empire	blonde	5.7	Nouvelle
	Fullers London Pride	ambrée	4.7	Nouvelle
	Bishops Finger	ambrée	5.4	Nouvelle
	Beamish	brune	4.3	Nouvelle
Allemagne	Kaiser	blonde	4.7	Apprise
	Ottweiler	blonde	4.8	Apprise
	Spaten Munich	blonde	5.2	Apprise
	Weihenstephaner	blonde	5.1	Apprise
	Erdinger	blanche	5.3	Non apprise
	Warfteiner	blonde	4.8	Nouvelle
	Bitburger	blonde	4.8	Nouvelle
	Lowenbrau	blonde	5.2	Nouvelle
	Kapuziner	blanche	5.4	Nouvelle
	Perlenbacher	blonde	4.9	Nouvelle
	Grafen Walder forte	blonde	7.9	Nouvelle
	Belgique	Maredsous 6	blonde	6.0
Petrus		blonde	6.6	Apprise
Chimay rouge		brune	7.0	Apprise
Leffe		brune	6.5	Apprise
St bernardus triple		ambrée	7.5	Non apprise
Judas		blonde	8.5	Nouvelle
Duvel		blonde	8.5	Nouvelle
Westmalle triple		blonde	9.5	Nouvelle
Kwak		ambrée	8.0	Nouvelle
Watou triple		blonde	7.5	Nouvelle
Brugs	blanche	4.8	Nouvelle	

#### 4.1.3. Procédure

La procédure utilisée dans cette étude est quasiment identique à celle utilisée dans l'étude d'apprentissage des catégories « fermentation ». L'étude s'est déroulée sur 11 séances de 40 minutes environ. Les séances étaient séparées d'une semaine. La séance 1 ( $T_0$ ) et la séance 11 ( $T_{\text{final}}$ ) ont consisté en des séances de tests et les séances 2 à 10 (soit neuf séances) ont consisté en des séances d'entraînement. La figure 49 présente un schéma récapitulatif de la procédure globale de l'étude. Lors de la première séance, les participants étaient informés qu'ils allaient participer à une étude en évaluation sensorielle sur les bières d'origines géographiques différentes. Aucune information ne leur était donnée concernant l'objectif de cette étude ni le type de bières qu'ils allaient déguster.



**Figure 49.** Schéma récapitulatif de la procédure utilisée pour l'étude d'apprentissage des catégories « géographie ». RU = Royaume-Uni, A = Allemagne, B = Belgique.

**Séance 1 ( $T_0$ ).** Les 15 bières (5 anglaises, 5 allemandes et 5 belges avec 4 bières *appries* et une bière *non apprie* pour chaque catégorie) ont été présentées une par une aux participants qui devaient déterminer pour chacune d'elles s'il s'agissait d'une bière anglaise, allemande ou belge et préciser s'il était sûr de sa réponse en donnant une note de sûreté (*pas sûr/sûr/très sûr*) (Annexe 8). Le nom et l'origine géographique des bières étaient indiqués aux participants à la fin de la séance. Les bouteilles de bières étaient également présentées.

**Séances d'apprentissage (séances 2 à 10).** Les neuf séances d'entraînement se sont déroulées de la même façon que pour l'apprentissage des fermentations. A chaque séance, les participants recevaient six bières une par une. Parmi ces six bières, il y avait toujours trois bières d'une origine géographique et trois bières d'une autre origine géographique (soit RU et B, soit RU et A, soit A et B, de façon alternée tout au long des séances). Sur ces trois bières, deux étaient des bières *appries* et une était une bière *nouvelle*. Ainsi, au cours des neuf séances d'apprentissage, chaque bière *apprie* a été dégustée trois fois et chaque bière *nouvelle* a été dégustée une fois. La tâche des participants consistait à déterminer l'origine géographique, à donner une note de sûreté et à décrire brièvement les caractéristiques sensorielles de chaque bière (Annexe 8). A la fin de la séance, l'origine géographique et le nom des bières étaient corrigés et les participants échangeaient entre eux sur les descriptions sensorielles des bières. Les participants avaient alors la possibilité de regoûter les bières s'ils le souhaitaient. Enfin, les bouteilles des six bières dégustées étaient présentées aux participants.

**Séance 11 ( $T_{final}$ ).** La dernière séance était identique à la première séance. Les 15 bières (les mêmes que celles présentées à  $T_0$ ) étaient présentées une par une aux participants qui devaient déterminer leur origine géographique et donner une note de sûreté pour leur réponse (*pas sûr/sûr/très sûr*). Les 15 bières testées étaient les mêmes que celles testées lors de la séance 1. Lorsqu'ils avaient terminé, les participants recevaient un questionnaire comportant quatre questions sur l'expérience à laquelle ils avaient participé (Annexe 8). Les quatre questions posées étaient identiques à celles posées dans

l'étude précédente, à l'exception de la question concernant ce que les participants avaient appris d'une façon générale au cours de l'option qui a été retirée du questionnaire car jugée peu intéressante. La question 1 demandait aux participants d'expliquer comment ils avaient décidé que la dernière bière qu'ils avaient goûtée était anglaise, allemande ou belge. La question 2 leur demandait de préciser s'ils avaient procédé de la même façon pour décider de l'origine géographique de toutes les bières. Dans la question 3, ils devaient donner leurs définitions sensorielles d'une bière anglaise, allemande et belge. Et enfin la question 4 proposait aux participants 39 énoncés traduisant des procédures pour décider qu'une bière était anglaise, allemande ou belge (voir Tableau 14, § 4.2.2). Les participants devaient dire si oui ou non ils avaient déjà utilisé au moins une fois chacune des procédures.

## 4.2. Résultats et discussion

Pour les analyses effectuées sur les données d'apprentissage, les réponses des participants ont été codées en 0 et 1. Pour chaque bière testée par les participants, une valeur de 1 a été attribuée si le participant a correctement identifié l'origine géographique de la bière et une valeur de 0 a été attribuée s'il s'est trompé. Les données extraites du questionnaire ont été traitées qualitativement ou en calculant des fréquences de réponses, selon les questions.

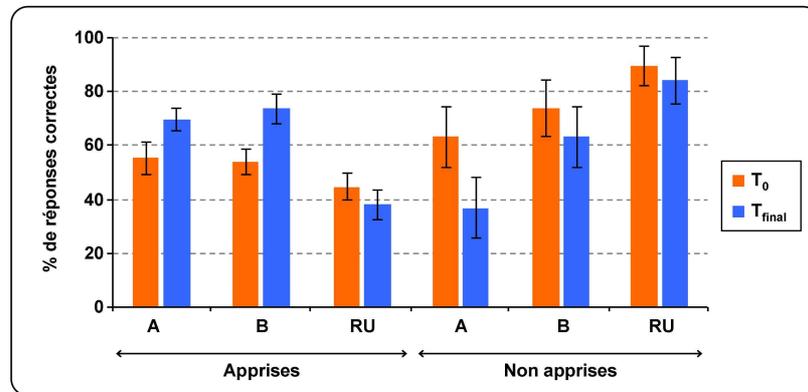
### 4.2.1. Traitement des données d'apprentissage

Les données ont d'abord été analysées de façon globale en comparant les données à  $T_0$  et à  $T_{\text{final}}$  pour toutes les bières confondues, puis en comparant les données à  $T_0$  et à  $T_{\text{final}}$  de chaque bière une par une et enfin en étudiant l'évolution des données au cours des séances d'apprentissage. Les notes de sûreté attribuées par les participants à  $T_0$  et  $T_{\text{final}}$  ont également été analysées et mises en parallèle avec les résultats d'apprentissage.

#### ➤ *Analyse des données à $T_0$ et $T_{\text{final}}$ pour toutes les bières confondues.*

La figure 50 présente les pourcentages de réponses correctes moyennés sur l'ensemble des participants pour la première séance ( $T_0$ ) et la dernière séance ( $T_{\text{final}}$ ), pour les bières allemandes, belges et anglaises *appries* et *non appries*. Tout d'abord, si l'on compare les bières *appries* et *non appries*, on constate que les résultats sont différents selon l'origine géographique des bières. Les pourcentages de réponses correctes des bières belges et allemandes sont à peu près similaires pour les bières *appries* et *non appries*. En revanche, les pourcentages de réponses correctes des bières anglaises *appries* sont bien inférieurs à ceux des bières anglaises *non appries*. Cependant, les résultats des bières *non appries* sont à prendre avec précaution car il n'y a qu'une seule bière *non apprie* par catégorie. C'est ce qui explique la plus grande variabilité inter-individuelle des résultats pour ces bières. Pour chaque catégorie de bières (A, B et RU), les données sont moyennées sur 19 participants qui n'ont évalué qu'une seule bière (au lieu de quatre pour les bières *appries*). Il est donc difficile de

conclure en termes de généralisation de l'apprentissage. Par ailleurs, on observe que les résultats des bières anglaises *appries* sont bien inférieurs à ceux des bières belges et allemandes *appries*.



**Figure 50.** Pourcentages de réponses correctes (moyenne ± erreur standard) obtenus pour l'ensemble des participants pour les bières allemandes (A), belges (B) et anglaises (RU) *appries* et *non appries* à T<sub>0</sub> et T<sub>final</sub>.

Si l'on compare maintenant les résultats entre T<sub>0</sub> et T<sub>final</sub>, on constate que les pourcentages de réponses correctes pour les bières *appries* sont plus élevés à T<sub>final</sub> qu'à T<sub>0</sub> pour les bières belges et allemandes mais pas pour les bières anglaises. Pour les bières *non appries*, les pourcentages de réponses correctes diminuent entre T<sub>0</sub> et T<sub>final</sub> pour les trois origines géographiques, mais une nouvelle fois, ces résultats sont à prendre avec précaution puisqu'il n'y a qu'une seule bière *non apprie* par catégorie.

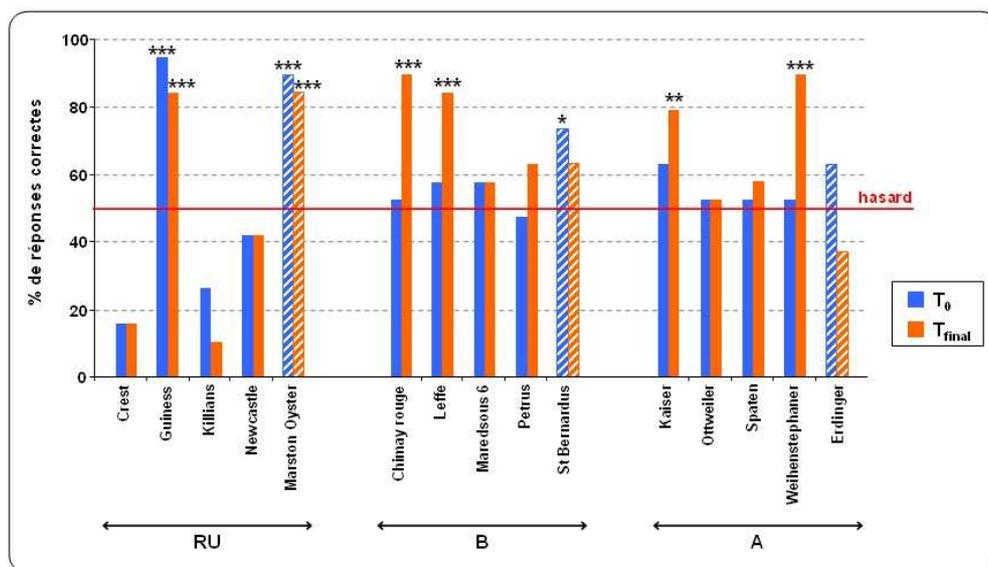
Une ANOVA à trois facteurs avec la séance (T<sub>0</sub>/T<sub>final</sub>), l'apprentissage (*bières appries/non appries*) et l'origine géographique (RU/B/A) comme variables intra-sujet et les réponses des participants codées en 0 et 1 comme variable dépendante met en évidence un effet de l'apprentissage [ $F(1, 560) = 6.27, p < 0.05$ ]. Le pourcentage de réponses correctes pour les bières *non appries* ( $M = 69.4 \pm 47.6\%$ ) est en moyenne supérieur à celui des bières *appries* ( $M = 55.9 \pm 25.6\%$ ). Cet effet doit être analysé en tenant compte de l'interaction entre l'apprentissage et la séance [ $F(1, 560) = 5.43, p < 0.05$ ] et de l'interaction entre l'apprentissage et l'origine géographique [ $F(2, 560) = 11.84, p < 0.001$ ]. Deux tests de Student entre les réponses des participants à T<sub>0</sub> et à T<sub>final</sub> pour les bières *appries* d'une part, et pour les bières *non appries* d'autre part, révèlent une différence significative entre T<sub>0</sub> et T<sub>final</sub> uniquement pour les bières *appries* [ $t(227) = 2.08, p < 0.05$ ]. Les bières *appries* ont un pourcentage de réponses correctes supérieur à T<sub>final</sub> ( $M = 64.5 \pm 17.0\%$ ) qu'à T<sub>0</sub> ( $M = 54.4 \pm 30.2\%$ ). Ces résultats indiquent que les participants ont appris à identifier l'appartenance catégorielle des bières qu'ils ont dégustées de façon répétée pendant la phase d'entraînement (*bières appries*) mais ne semblent pas avoir généralisé leur apprentissage aux bières auxquelles ils n'ont pas été exposés (*bières non appries*). De plus, trois ANOVA à un facteur avec l'apprentissage (*bières appries/non appries*) comme variable intra-sujet et les réponses des participants codées en 0 et 1 comme variable dépendante ont été réalisées respectivement sur les données des bières allemandes, belges et anglaises. Il ressort un effet de

l'apprentissage pour les bières anglaises [ $F(1, 188) = 28.56, p < 0.001$ ]. La bière anglaise *non apprise* ( $M = 86.8 \pm 34.3\%$ ) a obtenu des résultats significativement plus élevés que les bières anglaises *appries* ( $M = 41.4 \pm 22.7\%$ ).

Pour résumer, les bières *non appries* ont de meilleurs résultats que les bières *appries*, mais les données font également apparaître que les résultats des bières *non appries* ne sont pas meilleurs à  $T_{final}$  qu'à  $T_0$ . Cela indique que les participants ont su identifier très facilement l'origine géographique des bières *non appries* même sans y avoir été exposés pendant l'apprentissage. Ce résultat met probablement en évidence un biais dans le choix des bières. On peut supposer que les bières *non appries* choisies soient des bières typiques de chacune des catégories, si bien que les participants n'ont pas eu de difficulté à identifier leur appartenance catégorielle. Les bières *appries*, quant à elles, ont obtenu de meilleurs résultats à  $T_{final}$  qu'à  $T_0$ . L'ensemble de ces résultats indique que les participants ont appris à identifier l'appartenance catégorielle des bières qu'ils ont dégustées de façon répétée pendant la phase d'apprentissage (bières *appries*). En revanche, il est difficile de conclure sur la généralisation de leur apprentissage aux bières auxquelles ils n'ont pas été exposés (bières *non appries*). Une nouvelle fois, la faible quantité de bières non appries nécessite de conclure avec précaution. Pour mieux comprendre les données, il est donc nécessaire de s'intéresser aux résultats de chaque bière de façon détaillée.

➤ **Analyse des données à  $T_0$  et  $T_{final}$  pour chaque bière.**

La figure 51 présente les résultats du groupe de participants pour chacune des 15 bières testées à  $T_0$  et  $T_{final}$ .



**Figure 51.** Pourcentages de réponses correctes obtenus par le groupe de participants pour les bières RU, B et A *appries* (uni) et *non appries* (rayé) à  $T_0$  et  $T_{final}$ . Les étoiles indiquent le niveau de probabilité associée à la loi binomiale ( $P = 1/2$ ) : \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$ . La ligne horizontale rouge indique le pourcentage de réponses correctes obtenu au hasard (50% de réponses correctes).

Ce graphique permet d'expliquer les résultats trouvés précédemment. Tout d'abord, on observe une très grande variabilité des résultats pour les bières anglaises, qui s'explique par le fait que la Guinness et la Marston's Oyster ont obtenu des pourcentages de réponses correctes très élevés par rapport à la Crest, la George Killian's et la Newcastle. La loi binomiale ( $P = 1/2$ ) montre d'ailleurs que parmi les bières anglaises, seules la Guinness et la Marston's ont obtenu des résultats significativement supérieurs au hasard à  $T_{\text{final}}$  comme à  $T_0$ . Les participants n'ont donc eu aucun mal à déterminer l'origine géographique de ces deux bières, même à la première séance. La Guinness et la Marston's Oyster sont toutes les deux des stouts, c'est-à-dire des bières de couleur brune très foncée et au goût de malt très torréfié, très typique des bières anglaises. Il n'est donc pas étonnant que les participants aient tout de suite identifié ces bières comme provenant du Royaume-Uni. En revanche, les pourcentages de réponses correctes des trois autres bières anglaises sont très inférieurs à ceux des autres bières (toutes origines confondues) et surtout, ces résultats n'ont pas progressé après la phase d'apprentissage, ils ont même diminué pour la George Killian's. Ces résultats peuvent laisser supposer que pour les participants, la représentation mentale des bières anglaises est celle d'une bière stout (type Guinness) et que toute bière ne ressemblant pas à une stout n'est pas identifiée comme une bière anglaise.

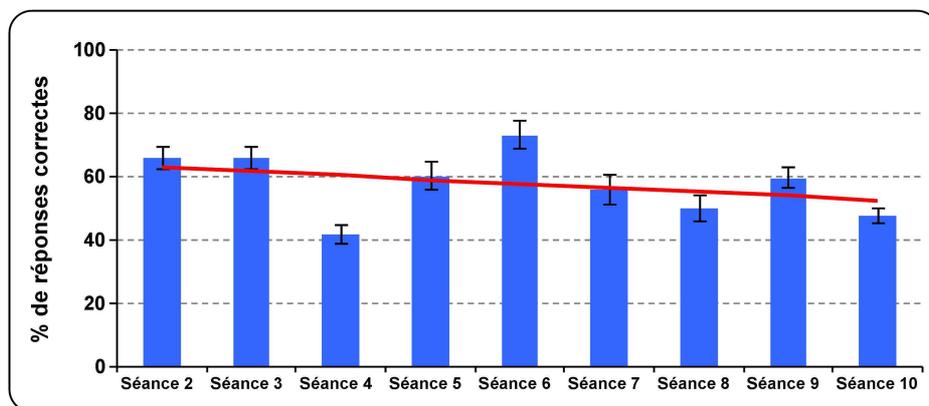
Concernant les bières belges et allemandes, les résultats sont plus homogènes d'une bière à une autre. Parmi les bières belges, trois bières (la Chimay, la Leffe et la Petrus) ont obtenu de meilleurs résultats à  $T_{\text{final}}$  qu'à  $T_0$  et la loi binomiale met en évidence que les résultats de la Chimay et de la Leffe sont significativement supérieurs au hasard à  $T_{\text{final}}$ . Cela peut laisser supposer que les participants se sont appuyés sur les caractéristiques sensorielles de ces deux bières pour les identifier comme étant des bières belges, suggérant que l'exposition aux bières belges pendant l'apprentissage leur a permis d'extraire des propriétés sensorielles caractéristiques de ces bières. Il est également envisageable que les participants aient reconnu la Chimay et la Leffe et en aient déduit leur origine géographique. La St Bernardus, bière *non apprise*, a vu son pourcentage de réponses correctes diminuer entre  $T_0$  et  $T_{\text{final}}$ . Enfin, trois bières allemandes (la Kaiser, la Spaten et la Weihenstephaner) ont obtenu des pourcentages de réponses correctes supérieurs à  $T_{\text{final}}$  par rapport à  $T_0$  et pour la Kaiser et la Weihenstephaner, ces résultats sont significativement supérieurs au hasard (d'après la loi binomiale). Comme pour les bières belges, les résultats de la bière *non apprise* (la Erdinger) ont diminué entre  $T_0$  et  $T_{\text{final}}$ . Cela suggère qu'au cours des séances d'apprentissage, les participants n'ont pas réussi à extraire des caractéristiques sensorielles communes aux bières belges d'une part et aux bières allemandes d'autre part qui leur ont ensuite permis de les identifier comme telles à coup sûr.

Globalement, les résultats obtenus à  $T_0$  et  $T_{\text{final}}$  ne permettent pas d'affirmer clairement qu'il y a eu apprentissage de l'origine géographique des bières entre la première et la dernière séance. Les participants semblent avoir su identifier l'appartenance catégorielle de certaines bières belges et allemandes ainsi que la Guinness et la Marston's Oyster, mais ils n'ont pas généralisé leur

apprentissage. On peut faire l'hypothèse que les bières apprises au terme des séances d'apprentissage sont les bières les plus typiques des catégories (par exemple la Guinness et la Marston's Oyster seraient les éléments les plus typiques de la catégorie des bières anglaises). Il pourrait être intéressant de réaliser une notation de la typicité des bières des différentes catégories afin de mettre en évidence un éventuel gradient de typicité (Ballester *et al.*, 2005)

➤ **Evolution des résultats au cours de l'apprentissage.**

Les résultats des participants au cours des neuf séances d'apprentissage ont également été étudiés. La figure 52 présente les pourcentages de réponses correctes du groupe pour chacune des neuf séances.

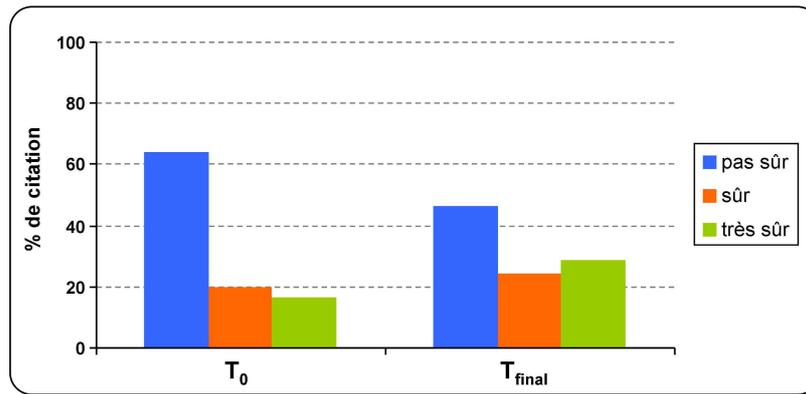


**Figure 52.** Pourcentages de réponses correctes (moyenne ± erreur standard) obtenus aux séances d'apprentissage (séances 2 à 10) pour le groupe de participants. La droite rouge représente la droite de régression.

On observe que les résultats sont très irréguliers d'une séance à une autre. Les meilleurs résultats pour le groupe sont obtenus au cours de la séance 6 (73.1% de réponses correctes). Une régression linéaire confirme que les résultats n'ont pas progressé significativement au cours des neuf séances d'apprentissage ( $R^2 = 0.13$ , pente de la droite = -1.30, *ns*).

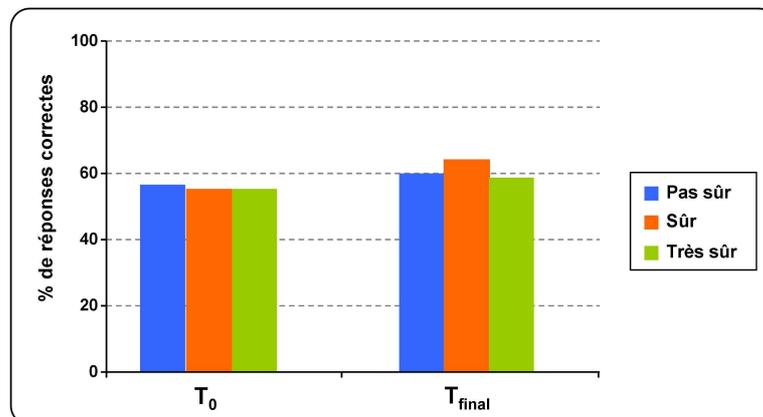
➤ **Analyse des notes de sûreté.**

Les notes de sûreté demandées aux participants après chacune de leurs réponses ont été analysées à  $T_0$  et  $T_{final}$  de façon à évaluer si ces notes augmentent entre la première et la dernière séance. La figure 53 présente les pourcentages de citation des trois notes de sûreté (pas sûr, sûr et très sûr) à  $T_0$  et à  $T_{final}$ . On observe globalement que les participants déclarent être un peu plus sûrs de leurs réponses à  $T_{final}$  qu'à  $T_0$ . Le pourcentage de citation de la note « pas sûr » est plus important à  $T_0$  qu'à  $T_{final}$  ( $\chi^2 = 7.62$ ,  $p < 0.01$ ) alors que celui de la note « très sûr » est plus important à  $T_{final}$  qu'à  $T_0$  ( $\chi^2 = 10.48$ ,  $p < 0.01$ ). Il n'y a pas de différence de citation de la note « sûr » entre  $T_0$  et  $T_{final}$  ( $\chi^2 = 1.56$ , *ns*).



**Figure 53.** Pourcentages de citation de chacune des notes de sûreté (pas sûr, sûr, très sûr) pour le groupe de participants à  $T_0$  et  $T_{final}$ .

Nous avons également évalué s'il existe une relation entre les notes de sûreté des participants et leurs résultats, en particulier, est-ce que lorsque les participants déclarent être très sûrs de leur réponse, leurs résultats sont en effet meilleurs que lorsqu'ils déclarent ne pas être sûrs de leur réponse ? Cette relation a été étudiée à  $T_0$  et à  $T_{final}$ . La figure 54 présente les pourcentages de réponses correctes obtenus en fonction des notes de sûreté données par les participants.



**Figure 54.** Pourcentages de réponses correctes obtenues lorsque les participants ont déclaré être « pas sûr », « sûr » et « très sûr » de leur réponse, à  $T_0$  et  $T_{final}$ .

On constate que les pourcentages de réponses correctes sont identiques quelle que soit la note de sûreté déclarée par les participants, à  $T_0$  comme à  $T_{final}$ . Il n'y a donc aucun lien entre la note de sûreté déclarée par les participants et leurs réponses.

Pour résumer, les résultats font apparaître que les participants n'ont globalement pas appris à identifier l'appartenance catégorielle des bières allemandes, belges et anglaises. En réalité, dans chaque catégorie, seules certaines bières ont été apprises, mais ceci n'est pas suffisant pour faire ressortir un apprentissage global des catégories. C'est le cas de la Chimay rouge et de la Leffe brune pour les

bières belges et de la Weihenstephaner et de la Kaiser pour les bières allemandes. En ce qui concerne les bières anglaises, deux bières (la Guinness et la Marston's Oyster) ont obtenu des résultats nettement plus élevés que les autres, à  $T_0$  et à  $T_{\text{final}}$ , ce qui suggère que les participants avaient déjà une idée préconçue des caractéristiques sensorielles des bières anglaises et que ces caractéristiques correspondaient à celles des bières stouts. Afin d'essayer de comprendre pourquoi il n'y a pas eu d'apprentissage global des catégories, les réponses au questionnaire distribué à la fin de la dernière séance ont ensuite été analysées.

#### 4.2.2. Traitement du questionnaire

Pour les questions 1 et 2, les réponses des participants ont été étudiées de façon qualitative : les termes descriptifs cités pour décrire les bières de différentes catégories ont été relevés. Pour la question 3, le pourcentage de citation de chaque terme ou expression a été calculé et pour la question 4, le pourcentage de participants ayant choisi chaque scénario a été calculé.

La **question 1** demandait aux participants de décrire la façon dont ils avaient procédé pour déterminer l'origine géographique de la dernière bière testée. Les participants semblent être en accord sur certaines caractéristiques sensorielles mais globalement, beaucoup de termes différents ont été cités. Pour les termes qui ressortent comme étant les plus consensuels, les participants déclarent que lorsqu'ils ont goûté une bière qui avait beaucoup de goût, une mousse épaisse, qui était sucrée, fruitée et forte en alcool, ils en ont déduit que c'était une bière belge. Lorsqu'ils ont goûté une bière de couleur blonde claire, amère, houblonnée, maltée et peu pétillante, ils en ont déduit que c'était une bière allemande. Enfin, lorsque leur bière était de couleur brune très foncée, peu pétillante et avec un goût de café, ils l'ont identifiée comme étant une bière anglaise. Mais ces caractéristiques principales ne semblent pas être suffisantes pour identifier l'origine géographique des bières. Selon les participants, d'autres termes apparaissent dans les explications. Par exemple, les participants ont utilisé les termes *ronde*, *peu amère*, *arrière-goût amer*, *ambrée*, *pétillante* ou *malt caramel* en parlant des bières identifiées comme étant belges. Pour les bières identifiées comme allemandes, les termes *goût faible*, *peu de mousse*, *fines bulles*, *comme de l'eau*, *peu sucrée* ou encore *acide* ont été utilisés. Enfin pour les bières identifiées comme anglaises par les participants, on trouve les termes ou expression : *pas ronde*, *mousse onctueuse*, *amère*, *peu de mousse*, *houblonnée*, *petites bulles*, *malt*, *sucrée*, *dense*, *faible en alcool* ou encore *faible en goût*. Notons que tous ces termes n'ont été cités que par un ou deux participants, ce qui traduit un faible accord des participants sur les critères utilisés pour déterminer l'origine géographique des bières. Il est intéressant de noter que la couleur est une donnée sensorielle qui revient très fréquemment dans les explications des participants. La plupart d'entre eux commence par parler de la couleur avant d'évoquer les informations olfactives et gustatives.

L'importance de la couleur est confirmée dans les réponses des participants à la **question 2** qui leur demandait s'ils avaient procédé de la même façon pour toutes les bières testées. La majorité des participants répondent que oui. Certains expliquent ensuite les critères qu'ils ont généralement utilisés pour trouver l'origine géographique. La couleur est un des critères qui revient le plus fréquemment. Un participant explique : « La couleur est très importante et donne une première idée ». Un autre précise « La couleur influe beaucoup sur mon choix. J'assimile les bières "noires" aux bières anglaises et je confirme par le goût (si elles sont sucrées, je les classe dans les belges brunes). Les allemandes sont pour moi claires voire très claires. Quant aux bières belges, elles sont plus dorées dans le cas des blondes et moins foncées que les anglaises brunes ». Il ressort des réponses des participants que la couleur est la première donnée à laquelle ils font attention et qu'elle oriente leur décision. Cette décision est ensuite confirmée avec l'odeur, le goût et la texture de la bière. Un participant explique aussi : « J'essayais de me rappeler de certaines bières que je connais, de les comparer, de me faire une idée des critères de chaque pays ».

Dans la **question 3**, il était demandé aux participants de donner leur définition sensorielle d'une bière anglaise, allemande et belge. Les bières anglaises ont été décrites comme ayant un goût café/chocolat par 47.4% des participants et comme étant peu pétillantes par 42.1% des participants. Seize autres termes, tels que *dense/lourde*, *peu alcoolisée* ou encore *amère*, ont été cités pour décrire les bières anglaises mais les pourcentages de citations ne dépassent pas 36.8% et sur ces 16 termes, la moitié n'a été citée que par 5.3% des participants. Toutefois, parmi ces termes, certains désaccords peuvent être relevés. Par exemple, 5.3% des participants précisent que les bières anglaises n'ont pas de mousse et 5.3% précisent au contraire que les bières anglaises sont caractérisées par leur mousse épaisse. De même, 15.8% des participants trouvent qu'elles sont amères et peu alcoolisées alors que 5.3% disent au contraire qu'elles sont peu amères et alcoolisées. Enfin, 10.5% des participants trouvent que les bières anglaises ont un goût fort et un pourcentage équivalent trouve au contraire qu'elles ont un goût faible. Les bières allemandes sont décrites par 52.6% des participants comme étant amères puis seulement par 36.8% comme étant blonde clair et houblonnée. Quatorze autres termes sont cités parmi lesquels apparaissent également certains désaccord. Par exemple, 21.1% des participants trouvent que les bières allemandes sont pétillantes alors que le même pourcentage trouve qu'elles sont peu pétillantes. De même, 21.1% des participants trouvent qu'elles sont peu alcoolisées mais tout de même 5.3% trouvent au contraire qu'elles sont alcoolisées. Enfin, concernant les bières belges, elles sont décrites comme étant alcoolisées par 63.2% des participants, comme ayant des arômes fruités par 47.4% et comme étant sucrées par 42.1%. Onze autres termes sont également cités tels que *mousse épaisse*, *forte en goût* ou *ronde* qui sont des termes qui apparaissent déjà dans les réponses à la question 1. Ici encore on peut relever certaines contradictions dans les définitions. Par exemple, 15.8% des participants trouvent les bières belges peu amères alors que 10.5% les trouvent amères. Il semble donc que les participants soient en accord sur quelques caractéristiques principales des bières de

chaque catégorie mais différent sur de nombreuses autres propriétés.

Enfin, la **question 4** demandait aux participants de dire si oui ou non ils avaient utilisé les procédures proposées pour décider de l'origine géographique des bières qu'ils avaient goûtées. Le pourcentage de participants ayant répondu « oui » pour chacun des 39 procédures est présenté dans le tableau 14.

**Tableau 14.** Réponses des participants à la question 4 du questionnaire : pourcentage de participants ayant répondu « oui, j'ai déjà utilisé cette procédure pour décider de l'origine géographique d'une bière » pour chacun des 39 scénarios énoncés proposés. Les scénarios sont classés par ordre décroissant de pourcentage de participants ayant répondu « oui ».

Enoncés	Pourcentage de participants ayant répondu "oui"
Cette bière a un goût très torréfié et ressemble à du café. J'en déduis que c'est une bière anglaise.	89.5
Cette bière est assez forte en goût. J'en déduis que c'est une bière belge.	89.5
Cette bière est de couleur blonde. Au nez, elle est assez forte en intensité. Au goût, elle est plutôt forte et assez alcoolisée. J'en déduis que c'est une bière belge.	89.5
Je reconnais cette bière. Je me souviens l'avoir déjà goûtée au cours des séances précédentes. Je ne connais pas son nom mais je sais qu'il s'agit d'une bière belge (ou allemande, ou anglaise).	88.9
Je reconnais cette bière. Je connais son nom. Il s'agit de ( <i>nom de la bière</i> ). Je sais que c'est une bière belge (ou allemande ou anglaise).	84.2
Cette bière est assez fade en goût. J'en déduis que c'est une bière allemande.	78.9
Cette bière est assez sucrée. J'en déduis que c'est une bière belge.	78.9
Cette bière est de couleur brune très foncée (comme la couleur du café). J'en déduis que c'est une bière anglaise.	78.9
Cette bière est de couleur brune. Au nez, elle est assez forte en intensité. Au goût, elle est plutôt forte et assez alcoolisée. J'en déduis que c'est une bière belge.	78.9
Cette bière est assez forte en alcool. J'en déduis que c'est une bière belge.	68.4
Cette bière est de couleur blonde. Je ne lui trouve rien de particulier au nez et au goût. J'en déduis que c'est une bière allemande.	68.4
Cette bière a des arômes de caramel, miel, épices, .... J'en déduis que c'est une bière belge.	66.7
Cette bière a des arômes fruités (banane, pomme...). J'en déduis que c'est une bière belge.	63.2
Cette bière est assez faible en alcool. J'en déduis que c'est une bière allemande.	63.2
Cette bière est de couleur blonde. Au nez, elle est plutôt faible en intensité. Au goût, je la trouve fade et peu alcoolisée. J'en déduis que c'est une bière allemande.	63.2
Cette bière est assez faible en alcool. J'en déduis que c'est une bière anglaise.	52.6
Cette bière est de couleur blonde. J'en déduis que c'est une bière anglaise.	52.6
Cette bière est plutôt lourde (dense). J'en déduis que c'est une bière anglaise.	52.6
Cette bière a des arômes floraux (lilas...). J'en déduis que c'est une bière belge.	50.0
Cette bière est de couleur ambrée. J'en déduis que c'est une bière belge.	47.4
Cette bière est peu pétillante. J'en déduis que c'est une bière allemande.	42.1
Cette bière est plutôt lourde (dense). J'en déduis que c'est une bière belge.	42.1
Cette bière est de couleur blonde. Je sais que les bières blondes peuvent être belges, allemandes ou anglaises. Je réponds au hasard.	31.6
Cette bière est de couleur brune. J'en déduis que c'est une bière anglaise.	31.6

Enoncés	Pourcentage de participants ayant répondu "oui"
Cette bière est de couleur brune. Je ne lui trouve rien de particulier au nez et au goût. J'en déduis que c'est une bière anglaise.	26.3
Cette bière est de couleur brune. Je sais que les bières brunes peuvent être belges, allemandes ou anglaises. Je réponds au hasard.	26.3
Cette bière a des arômes de caramel, miel, épices, .... J'en déduis que c'est une bière anglaise.	21.1
Cette bière est de couleur blonde. J'en déduis que c'est une bière allemande.	21.1
Cette bière est de couleur brune. Je ne lui trouve rien de particulier au nez et au goût. Je réponds au hasard.	21.1
Cette bière est de couleur ambrée. J'en déduis que c'est une bière anglaise.	16.7
Cette bière est de couleur ambrée. Je réponds au hasard.	15.8
Cette bière est de couleur blonde. Au nez, elle est plutôt faible en intensité. Au goût, je la trouve fade et peu alcoolisée. Je réponds au hasard.	15.8
Cette bière est de couleur blonde. J'en déduis que c'est une bière belge.	15.8
Cette bière est de couleur blonde. Je ne lui trouve rien de particulier au nez et au goût. Je réponds au hasard.	15.8
Cette bière est assez forte en goût. J'en déduis que c'est une bière anglaise.	10.5
Cette bière est de couleur brune. J'en déduis que c'est une bière belge.	10.5
Cette bière est assez amère. Je réponds au hasard.	5.3
Cette bière est assez sucrée. J'en déduis que c'est une bière anglaise.	5.3
Cette bière est assez forte en alcool. J'en déduis que c'est une bière anglaise.	0.0

Globalement, les réponses à cette question confirment les résultats des questions précédentes puisque les caractéristiques sensorielles principales de chaque catégorie sont identiques à celles utilisées par les participants pour décrire les bières dans les questions 1 et 3. Comme avancé précédemment, la **couleur** semble être un critère important dans le choix des participants puisque pour 78.9% des participants, une bière de couleur brune très foncée (comme le café) est immédiatement identifiée comme étant anglaise et pour 47.4% des participants, une bière ambrée est identifiée comme belge. Etonnamment, 52.6% des participants identifient une bière blonde comme étant anglaise contre 21.1% qui l'identifie comme étant allemande alors que la couleur blonde semblait ressortir comme un critère important pour définir une bière allemande dans les questions précédentes. L'intensité perçue de l'**alcool** est également un critère important pour décider de l'origine géographique d'une bière puisque seulement deux participants sur 19 déclarent ne l'avoir jamais utilisé seul pour prendre leur décision. Comme nous en avons fait l'hypothèse, les bières belges sont plutôt perçues comme des bières fortes en alcool (68.4% des participants) et les bières allemandes sont plutôt perçues comme des bières faibles en alcool (63.2% des participants). Pour les bières anglaises, si seule la moitié des participants sont d'accord pour dire qu'elles sont plutôt faibles en alcool (52.6%), aucun participant n'a déclaré avoir utilisé la procédure : « Cette bière est forte en alcool. J'en déduis que c'est une bière anglaise. » Cela suggère soit que tous les participants ne sont pas d'accord pour dire que les bières

anglaises sont faibles en alcool (sans pour autant penser qu'elles sont fortes), soit que l'intensité alcoolique n'est pas un critère permettant de décider à lui seul qu'une bière est anglaise. Enfin, il est intéressant de noter qu'une majorité des participants a déclaré avoir **reconnu** la bière qu'ils dégustaient pour l'avoir déjà goûtée au cours des séances précédentes et donc en avoir déduit son origine géographique, qu'ils se souviennent de son nom (84.2% des participants) ou pas (88.9% des participants).

Il semble donc que très peu de critères permettent à eux seuls de déterminer l'origine géographique des bières, même si certains, tels que la couleur, le goût sucré ou encore l'alcool, apportent davantage d'informations aux participants que d'autres. Sur ces quelques critères, les participants sont dans l'ensemble plutôt en accord, mais de nombreux autres paramètres sont utilisés et ne semblent pas conduire tous les participants à la même conclusion. Ces résultats peuvent peut-être expliquer pourquoi il n'y a pas eu d'apprentissage des catégories : les participants ne semblent pas tellement en accord sur les caractéristiques sensorielles communes à chacune d'elles. Si l'on essaie d'interpréter ces résultats en termes de structure de catégorie, il semble peu probable que les participants aient créé un prototype pour chaque catégorie puisqu'ils ne sont pas tellement en accord sur les propriétés sensorielles de chaque catégorie. Le fait que seules quelques bières de chaque catégorie aient été apprises pourrait plutôt appuyer la théorie des exemplaires. Les participants auraient mémorisé seulement quelques exemplaires de chaque catégorie mais cela ne serait pas suffisant pour leur permettre de généraliser à de nouvelles bières. Toutefois, ces conclusions sont très hypothétiques et les données recueillies ne permettent pas de conclure à ce niveau là.

## 5. Comparaison de l'apprentissage des catégories *fermentation* et *géographie*

Nous avons vu que pour les catégories *fermentation*, les bières *apprises* ont obtenu de meilleurs résultats à  $T_{final}$  qu'à  $T_0$ , ce qui n'est pas le cas des bières *apprises* des catégories *géographie*. Une ANOVA à deux facteurs avec le type de famille (*fermentation/géographie*) comme variable intra-sujet, la séance ( $T_0/T_{final}$ ) comme variable inter-sujet et le pourcentage de réponses correctes comme variable dépendante met en évidence un effet significatif du type de famille [ $F(1, 36) = 6.77, p < 0.05$ ]. Les pourcentages de réponses correctes obtenus lors de l'étude sur les catégories *géographie* ( $M = 59.0 \pm 13.6\%$ ) sont globalement plus élevés que les pourcentages de réponses correctes obtenues lors de l'étude sur les catégories *fermentation* ( $M = 50.0 \pm 12.0\%$ ), suggérant qu'il est globalement plus facile d'identifier l'origine géographique d'une bière que son type de fermentation. Une tendance à un effet de la séance sur le pourcentage de réponses correctes est également observée [ $F(1, 36) = 3.58, p = 0.066$ ], indiquant que sur l'ensemble des données *fermentation* et *géographie* confondues, il y a une tendance à l'apprentissage entre  $T_0$  et  $T_{final}$ .

Ainsi, l'identification de l'origine géographique des bières semble plus aisée que l'identification du type de fermentation puisque les pourcentages de réponses correctes sont globalement plus élevés pour les catégories *géographie*. Toutefois, les données des deux expériences ne sont pas réellement comparables. Dans le cas de l'origine géographique, il y avait trois catégories de bières à apprendre contre deux catégories pour la fermentation. Le nombre d'exemplaires dans les catégories *géographie* était donc inférieur au nombre d'exemplaires dans les catégories *fermentation*, ce qui peut expliquer que les participants aient eu davantage de difficulté à apprendre les catégories *géographie*.

## 6. Conclusion

L'objectif de cette étude était d'évaluer si des participants novices étaient capables d'apprendre des catégories sensorielles de bières grâce à une exposition répétée aux bières de ces catégories, et ensuite de généraliser leur apprentissage à de nouvelles bières. Pour cela, deux expériences identiques ont été menées sur deux critères de catégorisation différents : le type de fermentation et l'origine géographique des bières. Au début de ce chapitre, nous avons formulé plusieurs hypothèses. Nous avons validé que pour les deux types de catégories (*fermentation* et *géographie*), les participants ont **appris à identifier l'appartenance catégorielle des bières auxquelles ils ont été exposés** pendant l'apprentissage (bières *appries*), mais ils **n'ont pas su généraliser** cet apprentissage à d'autres bières (bières *non appries*). Plus précisément pour les catégories *géographie*, nous avons observé que dans chaque catégorie (bières *anglaises*, *allemandes* et *belges*), certaines bières ont été très bien apprises et d'autres non. De telles disparités entre les bières n'ont pas été observées pour les catégories *fermentation*. Un biais important de cette seconde expérience est le nombre trop faible de bières dans chaque catégorie, lié au fait qu'il y avait trois catégories à apprendre et que le produit d'étude est une boisson alcoolisée.

Bien que tentante, l'interprétation des résultats en relation avec les différentes théories des concepts (notamment prototypique et exemplariste) est délicate. Nos résultats tendent plutôt à montrer que les participants s'appuieraient sur des exemplaires pour catégoriser les bières. Ils auraient appris des exemples de bières de chaque catégorie et la tâche de catégorisation consisterait pour eux à évaluer à quels exemples la bière considérée ressemble le plus. Toutefois, cette hypothèse n'exclue pas le fait qu'ils aient pu créer des prototypes des catégories. Si on reprend le cas des bières anglaises, nous avons vu que les deux bières stout (la Guinness et la Marston's Oyster) ont été très facilement identifiées comme étant anglaises. Il est possible que le prototype de la catégorie « bières anglaises » soit une bière de type stout, expliquant que les participants aient donc tout de suite identifié la Guinness et la Marston's Oyster comme étant anglaises. On peut également supposer que les participants connaissent la Guinness et que par comparaison avec cet exemple de bière anglaise, ils aient identifié la Marston's Oyster comme étant également anglaise. Cette différenciation entre

exemplaire et prototype nécessiterait des études complémentaires. Par ailleurs, il est probable que le nombre de séances d'apprentissage ait été insuffisant pour permettre aux participants d'avoir une vision suffisamment générale de chaque catégorie. Au cours des séances d'apprentissage, les participants ont été exposés à plusieurs bières de chaque catégorie. Ces bières ont été choisies de façon à représenter toute la variété des éléments des catégories, ce qui a également pu compliquer la tâche des participants qui avaient trop peu de temps pour se familiariser avec toutes ces bières. Un autre biais de cette étude est lié directement aux participants. Cette étude a été menée avec des étudiants de cycle supérieur dans le cadre d'une option de 70 heures sur la découverte des différents métiers de la bière. Au cours de cette option, les étudiants étaient initiés aux différents aspects techniques et sensoriels de la bière. Bien qu'ils aient été informés de l'importance scientifique de cette étude, un certain nombre d'étudiants se sont lassés au fur et à mesure des séances et ne se sont peut-être pas impliqués complètement jusqu'au bout. Il faut quand même souligner que le protocole d'une telle étude est très répétitif.

Par ailleurs, il serait intéressant de réaliser un tri libre des bières *appries* et *non appries* pour les catégories *fermentation* et les catégories *géographie* afin de vérifier comment ces bières sont spontanément catégorisées. Ceci permettrait d'apporter des indications sur le recouvrement éventuel des catégories et d'expliquer peut-être mieux la difficulté d'apprentissage rencontrée par les participants.

La difficulté de cette étude provient en grande partie du fait que les catégories choisies sont mal définies d'un point de vue sensoriel. Ceci illustre une nouvelle fois l'importance des différences entre l'espace produit et l'espace sensoriel, comme l'avait déjà souligné Jaffré (2009). Alors que l'espace produit est clairement défini (par exemple ici : les bières FH et FB ou les bières belges, allemandes et anglaises), les frontières de l'espace sensoriel sont floues, comme en témoignent l'existence des bières pièges utilisées dans l'apprentissage des catégories *fermentation*.

## **Discussion générale**

---

L'objectif de nos recherches était d'apporter des éléments d'information permettant de comprendre comment les représentations mentales des bières et les catégorisations qui en découlent sont modifiées par l'expérience de l'individu vis-à-vis de la bière. Pour cela, différentes tâches issues de la psychologie cognitive ont été utilisées, notamment des tâches de tri et d'appariement.

La **première étude** s'est intéressée à l'expertise sensorielle en comparant les critères de catégorisation utilisés par des participants entraînés à l'évaluation sensorielle de la bière et des participants novices. Cette étude a montré qu'il n'y avait pas de différence entre les catégorisations des participants entraînés et des novices mais que les critères de catégorisation utilisés par les participants dépendaient de la condition de dégustation (normale ou à l'aveugle), mettant en évidence une prédominance des informations visuelles sur les informations sensorielles lors d'une tâche de catégorisation.

La **deuxième étude** a comparé les catégorisations perceptives et conceptuelles de deux types d'experts : des experts sensoriels et des experts professionnels (brasseurs). Elle a montré que si la nature de l'expertise n'avait pas d'effet sur l'organisation conceptuelle des bières, en revanche elle influençait la catégorisation perceptive. Les différences de catégorisation perceptive entre les experts sensoriels et professionnels peuvent s'expliquer, entre autre, par des différences de capacités de discrimination des participants, liées à leur familiarité vis-à-vis des bières.

La **troisième étude** a comparé la perception d'une catégorie de bières en particulier, les bières trappistes, par trois groupes de participants variant par leur expertise sensorielle et leurs connaissances de ces bières. Les résultats ont révélé des différences entre les participants avisés et les deux groupes de participants entraînés et de novices, mais n'ont pas permis de mettre clairement en évidence des similarités sensorielles entre les bières trappistes. De plus, les résultats ont à nouveau mis en évidence un effet de la familiarité vis-à-vis des bières sur les capacités de discrimination.

Enfin, la **quatrième étude** a évalué s'il était possible de faire apprendre des catégories sensorielles de bières à des novices par une exposition répétée à ces bières. Il est ressorti que les participants avaient été capables d'apprendre à identifier l'appartenance catégorielle des bières auxquelles ils avaient été exposés de façon répétée mais pas de généraliser cet apprentissage à de nouvelles bières.

Deux résultats majeurs émergent de ces études. Le premier résultat est que plus un individu est familier avec une bière, plus il est capable de la discriminer parmi d'autres bières. Le second et principal résultat, est que les représentations mentales des bières ne sont pas les mêmes pour un brasseur, un panéliste entraîné à l'évaluation sensorielle de la bière, un amateur de bière ou un novice. La discussion suivante s'articulera autour de ces deux points. La première partie s'intéressera aux effets de la familiarité sur les capacités de discrimination mis en évidence à plusieurs reprises dans ces

travaux. Ensuite, en s'appuyant sur les études de psychologie cognitive et les travaux récents sur l'expertise dans le domaine du vin, la seconde partie tentera de comprendre en quoi la nature même de l'expertise peut modifier ou non les représentations mentales des bières.

## 1. Effet de la familiarité sur les capacités de discrimination des bières

Dans le chapitre 2, des tests triangulaires réalisés sur deux bières Kriek (bière aromatisées à la cerise) et deux bières Pils (bières blondes assez peu alcoolisées et peu aromatiques) ont mis en évidence que les brasseurs belges discriminaient mieux les bières Kriek que les participants entraînés, et à l'inverse que les participants entraînés discriminaient mieux les bières Pils que les brasseurs. Dans le chapitre 3, un test triangulaire sur de la Leffe brune et de la Chimay bleue a mis en évidence que les participants avisés discriminaient ces deux bières et pas les participants entraînés et les novices. Ces résultats peuvent être expliqués par un **effet de la familiarité sur les capacités de discrimination**. En effet, les brasseurs sont davantage familiers des bières Kriek que les participants entraînés qui n'en dégustent jamais pendant les séances d'entraînement du panel. De plus, parmi les brasseurs ayant participé à l'étude, certains brassent régulièrement ce type de bières. A l'inverse, les participants entraînés sont certainement plus familiers des bières Pils que les brasseurs puisque ce type de bières sert de base aux ajouts de molécules aromatiques ou de composés de la bière dans le cadre de leur entraînement (Annexe 1). De plus, les brasseurs belges ne brassent pas de bières Pils, mais essentiellement des bières belges plus alcoolisées et plus aromatiques que les Pils. Les participants avisés, quant à eux, sont très familiers de la Leffe brune et de la Chimay bleue puisque ce sont les deux bières qu'ils consomment le plus fréquemment. Dans la littérature, seules quelques études se sont intéressées à cet effet. Rabin (1988 ; Expérience 2) a testé les capacités de discrimination d'odeurs familières et non familières chez des participants novices. Dans un premier temps, trois odeurs familières et trois odeurs non familières ont été choisies pour chaque participant. Dans un second temps, chaque participant a réalisé des tests de discrimination par paire dans lesquels il devait décider si les deux odeurs qui lui étaient présentées étaient identiques ou différentes. Certaines paires d'odeurs étaient composées de deux odeurs identiques (familières ou non familières au participant) alors que d'autres paires étaient composées d'une odeur principale (familière ou non) mélangée à une odeur « contaminante » d'intensité plus faible que l'odeur principale, et qui pouvait également être familière ou non au participant. L'auteur a ainsi mis en évidence d'une part que la familiarité avec une odeur permet d'augmenter la capacité à détecter que cette odeur est contaminée, et d'autre part que la familiarité avec une odeur « contaminante » permet d'aider à sa discrimination lorsqu'elle est mélangée à une odeur plus intense. Rabin conclue que l'expérience olfactive acquise de façon implicite sur la durée d'une vie, ou familiarité, pour certaines odeurs, conduit à discriminer plus facilement ces odeurs. Cependant, bien que les discriminations soient meilleures avec les odeurs familières, la discrimination entre des odeurs non familières est quand même au dessus de la chance. Il semble donc que la

familiarité ne soit pas le seul facteur qui permette de distinguer des odeurs. D'autres études plus récentes se sont intéressées à l'effet de la familiarité non pas directement sur les capacités discriminatives mais sur l'intensité perçue d'une odeur ou sur son seuil de détection. Là encore, les résultats de ces études n'apportent pas de réponse claire quant à la relation entre la familiarité et la sensibilité à une odeur. Ayabe-Kanamura *et al.* (1998) ont comparé des sujets allemands et japonais sur leur évaluation de la familiarité, de l'hédonisme, de l'intensité perçue et de la comestibilité de 18 composés odorants (un tiers de composés *a priori* familiers des allemands, un tiers *a priori* familier des japonais et un tiers familiers des deux cultures). Les auteurs ont trouvé des différences entre les deux cultures sur l'ensemble des évaluations. De plus, ils ont mis en évidence une corrélation positive entre l'hédonisme et la comestibilité ainsi qu'entre la familiarité et l'intensité perçue. De la même façon, Distel *et al.* (1999, 2001) ont montré qu'il existait une corrélation positive entre l'évaluation de la familiarité et l'évaluation de l'intensité perçue de différentes odeurs courantes pour des sujets allemands, japonais et mexicains. Ainsi, plus une odeur serait familière, plus elle serait perçue de façon intense. Hübener *et al.* (2001) sont arrivés aux mêmes conclusions en mesurant les seuils de détection de composés odorants chez des sujets allemands et japonais. Les auteurs ont montré que les seuils de détection des sujets japonais étaient plus bas que ceux des sujets allemands pour les odeurs d'encre japonaise (considérée comme plus caractéristique de la culture japonaise) et d'anis (considérée comme plus caractéristique de la culture allemande). Cette étude a été reproduite par Mohr, Hübener et Laska (2002) qui n'ont trouvé aucune différence entre les seuils de détection des sujets allemands et japonais, sauf pour la molécule de diacétyl, considérée comme caractéristique des deux cultures, pour laquelle les japonais ont été plus sensibles que les allemands. Enfin, Patris *et al.* (2004) ont également mesuré les seuils de détection de trois composés odorants chez des sujets français et vietnamiens. Les auteurs ont montré que le seuil de détection du gingembre (odeur plus familière de la culture vietnamienne) était plus bas chez les sujets français que chez les sujets vietnamiens alors que le seuil de détection de la lavande (odeur plus familière de la culture française) était au contraire plus bas chez les sujets vietnamiens que chez les sujets français. Enfin le seuil de détection de la banane, odeur familière des deux cultures, n'était pas différent entre les français et les vietnamiens. Les auteurs modèrent toutefois ce résultat par l'importance des différences inter-individuelles au sein des deux groupes qui masquerait les différences entre les deux groupes. Globalement, ces résultats suggèrent que plus une odeur est familière, plus son seuil de détection est haut, et donc plus on la perçoit difficilement.

Il existe donc **deux hypothèses contradictoires**. La première hypothèse est que plus une odeur est familière, plus on y est sensible et donc plus on la perçoit facilement et fortement. La seconde hypothèse, à l'inverse, est que plus une odeur est familière, moins on y est sensible et donc plus on est sensible aux odeurs que l'on ne connaît pas. Cette sensibilité accrue aux odeurs inconnues fonctionnerait comme un système de détection des odeurs potentiellement dangereuses pour l'homme.

Les résultats de nos tests discriminatifs semblent plutôt valider la première hypothèse et les résultats de Rabin (1988). **Plus les participants étaient familiers à certaines bières, plus ils les ont facilement discriminées.** Toutefois, il est intéressant de noter que les participants entraînés, bien qu'ayant obtenu des scores inférieurs à ceux des brasseurs au test triangulaire sur les bières Kriek, ont tout de même obtenu des résultats au dessus de la chance pour ces bières. En revanche, les brasseurs n'ont pas su discriminer les bières Pils. Il semblerait donc que l'entraînement sensoriel influence également la capacité à discriminer des bières. Cet effet a déjà été étudié dans la littérature. En utilisant des tâches de discrimination (test triangulaire ou test par paire par exemple), Peron et Allen (1988) ont montré qu'un court entraînement à déguster des bières permettait d'améliorer les performances discriminatives, contrairement à un court entraînement sur la terminologie des saveurs de la bière. De même, Solomon (1990) a trouvé que les performances discriminatives d'experts en vin étaient supérieures au hasard et supérieures à celles de participants novices. Plus récemment, Chollet, Valentin et Abdi (2005) ont mis en évidence que des participants entraînés pendant trois ans étaient meilleurs que des novices dans une tâche de discrimination mais uniquement sur les bières sur lesquelles ils avaient été entraînés. Aucune différence de discrimination n'a été observée entre les sujets entraînés et les novices sur des bières nouvelles. Les auteurs en concluent que l'apprentissage perceptif est difficilement généralisable. En revanche, Chollet et Valentin (2006) n'ont pas mis en évidence d'effet d'un court entraînement sur la bière (15 heures) sur les résultats d'un test de discrimination. Dans notre cas, les résultats des tests triangulaires sur les bières Kriek et Pils (Chapitre 2) semblent plutôt mettre en évidence que l'entraînement sensoriel permet d'améliorer les capacités discriminatives. Toutefois, cette conclusion est remise en cause par les résultats du test triangulaire sur la Leffe brune et la Chimay bleue (Chapitre 3) : les participants entraînés n'ont pas su discriminer les deux bières, contrairement aux participants avisés. Une des raisons pouvant expliquer ce résultat est que la procédure du test triangulaire sur la Leffe et la Chimay imposait aux participants de ne pas goûter les bières, ce qui est assez inhabituel pour les participants entraînés qui ont l'habitude de pouvoir tester plusieurs fois les bières lors de ce type de test discriminatif. Il est possible qu'ils aient été perturbés par cette procédure et que cela ait diminué leurs performances discriminatives. Il faut également souligner que ce type de test, réalisé sans possibilité de goûter les produits, fait intervenir les capacités mnésiques des participants.

Ainsi, si la familiarité pour certaines bières conduit à mieux discriminer ces bières, on peut se demander dans quelle mesure cet effet n'aurait pas une influence sur les tâches de catégorisation telles que la tâche de tri ou la tâche d'appariement. Dans un tout autre domaine, Lynch, Coley et Medin (2000) ont montré que pour des novices, la structure graduée de la catégorie « arbre » était surtout liée à leur familiarité vis-à-vis des espèces d'arbres. Dans le chapitre 3, nous avons fait l'hypothèse que les participants avisés, familiers des bières trappistes, auraient perçu les similarités sensorielles entre ces bières et les auraient catégorisées ensemble. A l'inverse, il semble que les participants avisés aient

davantage perçu les différences sensorielles entre les bières trappistes que leurs similitudes. Contrairement à ce que nous avons imaginé, les similarités sensorielles entre les produits pourraient être perçues de façon moins importante lorsque les participants sont familiers des produits testés. Cette hypothèse va à l'encontre de l'idée qu'une exposition répétée à des produits permettrait à l'individu d'extraire les caractéristiques sensorielles communes à ces produits et de se baser sur ces caractéristiques lors d'une de catégorisation. Il semble que cette question de l'effet de la familiarité sur la catégorisation mérite d'être étudiée plus en détail.

## 2. Influence de la nature de l'expertise sur la catégorisation des bières

Dans cette seconde partie, nous allons examiner les différentes expertises en termes d'apprentissage, de nature, de fonction, etc., afin de comprendre pourquoi les représentations mentales de certains experts sont différentes de celles de novices alors que d'autres ne le sont pas. Les résultats des chapitres 1 et 3 mettent en évidence qu'il n'existe **pas de différence de catégorisation sensorielle entre des individus entraînés à l'évaluation sensorielle de la bière et des novices**. Ces résultats s'opposent à ceux de Solomon (1997) et Ballester *et al.* (2008) qui ont observé une différence de catégorisation des vins entre des experts professionnels et des novices. Dans l'étude de Solomon (1997), alors que les experts catégorisent les vins selon les cépages, les novices utilisent des caractéristiques de surface telles que le sucré ou le fruité pour catégoriser les vins. L'auteur explique cette différence entre les experts et les novices en termes d'effets d'apprentissage. Au fur et à mesure de leurs expositions à des vins de différents cépages, les experts ont développé des représentations des vins fondées sur les cépages. Ainsi, lorsqu'on leur demande d'effectuer une tâche de tri, les experts s'appuient sur ces représentations mentales pour prendre leurs décisions de catégorisation. Les consommateurs n'ont pas ce type de représentations mentales et donc lorsqu'ils réalisent une tâche de tri, ils fondent leurs décisions de catégorisation sur des caractéristiques de surface. En d'autres termes, selon Solomon, les experts et les consommateurs utilisent des processus cognitifs différents pour réaliser une tâche de tri. Les experts s'appuient davantage sur des informations *top-down* (représentations mentales) alors que les consommateurs s'appuient davantage sur des informations *bottom-up* (caractéristiques perceptives ou de surface). Notre hypothèse, reposant sur ces travaux, était qu'au cours de leur entraînement sensoriel, les participants entraînés développent des représentations mentales des bières spécifiques et consensuelles par rapport aux novices, se traduisant par une catégorisation sensorielle des bières différente de celle des novices. Nous nous attendions donc à observer des différences de catégorisation entre nos panélistes entraînés et des participants novices. Plus spécifiquement dans le chapitre 1, nous avons supposé que les participants entraînés catégoriseraient les bières par brasserie, se basant sur leurs représentations mentales, alors que les participants novices catégoriseraient les bières par couleur, se basant davantage sur des informations perceptives facilement accessibles. Dans le chapitre 3, nous nous attendions de même à observer

quelques différences de catégorisation entre les panélistes entraînés et les novices, les entraînés connaissant un peu plus les bières trappistes que les novices. Par transfert des résultats de Solomon (1997) et Ballester *et al.* (2008) avec les professionnels du vin, nous nous attendions à observer des différences de catégorisation des bières entre les participants entraînés et les novices. Nos résultats suggèrent indirectement que les représentations mentales développées par des panélistes entraînés à l'évaluation sensorielle de la bière sont différentes de celles des experts professionnels. Le chapitre 2 confirme ces résultats puisqu'en comparant directement les **panélistes entraînés** et des **brasseurs** (experts professionnels), nous avons observé des **différences de catégorisation sensorielle** des bières. En revanche, nous n'avons pas observé de différence entre les panélistes entraînés et les brasseurs lors de la tâche de tri de photos de bières. Ceci suggère que les différences de catégorisations sensorielles observées ne sont pas dues à la façon dont les participants entraînés et les brasseurs organisent les familles de bières d'un point de vue conceptuel. Un troisième type d'expertise a été étudié dans le chapitre 3. Il s'agit de l'expertise des participants avisés. Ces participants avisés se sont révélés être relativement différents des participants entraînés et des participants novices auxquels ils ont été comparés dans les tâches d'appariement et de catégorisation.

Pour résumer, nous avons trouvé que les catégorisations des panélistes entraînés sont similaires à celles des novices, mais se différencient des catégorisations des brasseurs et des avisés. De plus, les participants avisés ne catégorisent pas de la même façon que les novices. L'expérience des brasseurs et des participants avisés, contrairement à celles des panélistes entraînés, induirait donc un changement de leurs représentations mentales des bières par rapport à des novices. Ce résultat rejoint celui de Lynch, Coley et Medin (2000) qui ont observé que la structure interne d'une catégorie (ici la catégorie *arbre*) dépend du type d'expertise que l'on entretient avec les différents membres de la catégorie. Pour les auteurs, c'est le **but recherché** par chaque type d'expert qui va influencer la structure de la catégorie et les paramètres régissant cette structure. Dans notre cas, le but recherché par les panélistes entraînés est de donner une description sensorielle des bières en évaluant l'intensité des différentes caractéristiques sensorielles de la bière. Le but des brasseurs est de produire des bières de différents types qui plairont à des consommateurs aux goûts variés. Enfin, on peut considérer que le but recherché par les participants avisés est de prendre du plaisir à déguster des bières et éventuellement de découvrir de nouvelles bières. Ainsi, selon l'hypothèse de Lynch, Coley et Medin (2000), les différences de catégorisation observées entre nos différents groupes de participants pourraient s'expliquer par les différences de but recherché par chacun d'entre eux. On peut ainsi supposer que pour les participants entraînés, la catégorie *bière* est organisée par rapport aux caractéristiques sensorielles des bières. Pour les brasseurs, la catégorie *bière* pourrait être organisée par rapport aux différents styles de bières au niveau technique et au niveau marketing. Enfin, pour les participants avisés, la catégorie *bière* pourrait être structurée par différents critères tels que leur jugement hédonique des bières en lien avec leurs contextes de dégustation.

Toutefois, le but recherché n'est pas le seul aspect qui puisse expliquer les différences de catégorisation entre les différents types d'experts. La **façon dont chaque type d'expert a acquis son expérience** peut également expliquer les résultats observés. Les panélistes entraînés suivent régulièrement un entraînement normé, très formel, en évaluation sensorielle de la bière au cours duquel ils apprennent à reconnaître, à identifier et à communiquer sur les propriétés sensorielles des bières. Même s'ils sont généralement informés des bières qu'ils dégustent, ils ne possèdent que très peu de connaissances de la fabrication de la bière ou du marketing. Cette expertise sensorielle standardisée est assez éloignée de l'expertise des brasseurs qui possèdent à la fois des connaissances techniques et sensorielles. Au niveau technique, les brasseurs sont formés à effectuer les opérations liées à la fabrication de la bière et à créer ou modifier des recettes de bières. Ils apprennent quels ingrédients et quels paramètres de fabrication permettent d'obtenir les différents styles de bières (stout, pils, porter, bière au blé, pale ale, etc.). Leurs connaissances sensorielles ne sont pas acquises grâce un entraînement standardisé mais plutôt par la dégustation répétée de bières. Lorsqu'ils goûtent une bière, les brasseurs commencent par rechercher d'éventuels défauts aromatiques, puis évaluent la bière d'un point de vue global, en s'intéressant à la rondeur de la bière, c'est-à-dire à l'équilibre de son goût, et en mettant leurs perceptions en lien avec leurs connaissances techniques des différents styles de bières. Une autre différence dans l'apprentissage des panélistes entraînés et des brasseurs est liée aux feedbacks. Selon Kolodner et Simpson (1986), l'apprentissage d'un expert nécessite une expérience incluant des feedbacks. Or les panélistes entraînés reçoivent assez de peu de feedbacks sur les profils sensoriels des bières qu'ils réalisent. Lorsque cela est possible, ils sont informés des bières qu'ils dégustent et discutent entre eux des caractéristiques sensorielles perçues mais les profils sensoriels des bières ne leur sont que rarement présentés. Dans le cas où les profils sensoriels sont réalisés à la demande d'un brasseur, les panélistes ne sont même pas informés des bières qu'ils dégustent, pour des raisons de confidentialité. A l'inverse, les brasseurs connaissent systématiquement les bières qu'ils dégustent, puisque la plupart du temps ce sont leurs propres bières. Leur feedback est donc immédiat et lié aux connaissances qu'ils ont de la recette et des paramètres de brassage de la bière dégustée. Cette approche est assez semblable à celle des experts en vin de Solomon (1997) et Ballester *et al.* (2008). En effet, pour les viticulteurs, les professionnels du vin, les sommeliers, les étudiants en œnologie, ou toute personne dont la profession est en lien avec le vin, la catégorisation est la base de l'entraînement. Ils utilisent les notions de cépages, de régions géographiques, d'années, etc., pour communiquer sur les vins et les catégoriser. Ils sont entraînés à reconnaître un vin comme étant un membre d'une catégorie donnée. Ceci permet d'expliquer pourquoi les participants de Solomon et Ballester *et al.* utilisent la notion de cépage comme critère pour catégoriser les vins. A l'inverse, les panélistes entraînés suivent une **démarche très analytique** lorsqu'ils dégustent une bière : ils dissèquent leur perception en différentes caractéristiques sensorielles. Cette différence de démarche est notamment confirmée par les critères de catégorisation déclarés par les brasseurs et les panélistes entraînés lors de la tâche de tri hiérarchique (chapitre 2). Alors que les participants entraînés ne citent

que des caractéristiques sensorielles pour justifier leur catégorisation, les brasseurs citent à la fois des caractéristiques sensorielles et des critères hédoniques, traduisant une approche plus globale du goût des bières lors d'une dégustation. Il est donc probable qu'**au fur et à mesure de leur exposition répétée à différentes bières, les brasseurs développent des représentations mentales des bières fondées sur le goût global de la bière, en lien avec leurs connaissances techniques des différents styles de bières.** Ainsi, lorsqu'ils effectuent une tâche de tri, les brasseurs s'appuieraient sur ces représentations mentales pour catégoriser les bières. En revanche, **l'approche très analytique des panélistes entraînés ne leur permettrait pas de développer ce type de représentations mentales des bières.** Ainsi, lors d'une tâche de tri, les entraînés catégoriseraient les bières sur la base des informations perceptives uniquement. De la même façon, les novices, dégustant moins fréquemment des bières et ne possédant aucune connaissance technique et sensorielle, utilisent probablement des informations perceptives pour catégoriser. Ceci expliquerait que les catégorisations des panélistes entraînés et des novices ne soient globalement pas différentes.

Les participants avisés, quant à eux, n'ont suivi aucun entraînement à l'évaluation sensorielle de la bière et ne possèdent pas non plus de connaissance technique. Dans ce sens, ils se rapprochent davantage des novices que des panélistes entraînés et des brasseurs. Mais ils se distinguent des novices par leur **expérience personnelle** vis-à-vis de la bière. Cette expérience est due au fait que ces personnes habitent une région à très forte tradition brassicole, dans laquelle chaque village possède sa propre bière brassée sur place ou sous-traitée par une brasserie avoisinante. Chaque rassemblement ou manifestation est l'occasion de déguster et d'échanger sur la bière dans une ambiance conviviale. En particulier, ces participants avisés connaissent les bières trappistes et en consomment très régulièrement. Nous avons donc supposé que cette exposition régulière aux bières trappistes aurait pu entraîner un changement de leurs représentations mentales de cette catégorie de bières, et que ces changements se traduiraient par des différences de catégorisation par rapport à des participants entraînés et novices. Nous avons en effet observé des différences de résultats par rapport aux deux autres groupes de participants, lors des tâches d'appariement et de catégorisation. Alors que pour la tâche d'appariement, les avisés ont en effet eu tendance à associer les bières trappistes entre elles, il n'est pas apparu de séparation des bières en trappistes/non trappistes lors des tâches de tri, en particulier lors de la tâche de tri en deux groupes pour laquelle les participants étaient informés de la présence de bières trappistes et non trappistes dans le jeu de bières. Il est possible que, contrairement à notre hypothèse, une simple exposition répétée aux bières, même fréquente et sur une longue durée, n'ait pas permis aux participants avisés de développer des représentations mentales communes des bières trappistes. Toutefois, les résultats de la tâche d'appariement ne vont pas dans ce sens. Une autre explication pourrait être que les bières trappistes ne présentent aucune similarité sensorielle commune et que le concept de trappistes n'a pas une origine perceptive mais s'appuie sur d'autres notions, telles que le fait qu'elles soient toutes brassées dans une abbaye trappistes par des moines. Cependant, le

profil sensoriel réalisé lors du test préliminaire en vu du choix des bières pour la suite de l'étude (chapitre 3), a mis en évidence que les bières trappistes étaient bien différenciées des bières non trappistes, suggérant l'existence de caractéristiques sensorielles communes. Il faut noter que ce profil sensoriel a été réalisé sous lumière blanche, contrairement aux épreuves de tri qui se sont déroulées sous lumière rouge. Or nous avons mis en évidence dans le chapitre 1 un effet de la condition de dégustation (visuelle ou en couleur) sur les résultats de la tâche de tri. Malgré ce biais, on peut penser que la différenciation des bières trappistes et non trappistes lors du profil sensoriel aurait pu être mise en évidence même sous lumière rouge puisque la séparation des bières selon leur couleur est observée sur la dimension 1 et la séparation des bières en trappistes/non trappistes est observée sur la dimension 2.

Ainsi, les différences de catégorisation sensorielle observées entre les groupes de participants pourraient s'expliquer par des **différences d'approche de la dégustation de bières**, en lien avec les **connaissances des bières** et le **but recherché** par les experts. Cependant, il est intéressant de noter qu'un point commun à l'apprentissage de ces différents groupes de participants est qu'ils ont tous été exposés de façon répétée aux bières. En essayant de faire apprendre des catégories sensorielles de bières à des novices en leur présentant de façon répétée des bières appartenant à différentes catégories (Chapitre 4), nous avons voulu évaluer si une simple exposition répétée à des bières permettait à des personnes novices d'extraire les similarités sensorielles entre les bières des catégories et développer des représentations mentales de ces catégories. Cette étude exploratoire, même si elle ne permet pas d'apporter une réponse claire, pose la question de l'**importance relative des informations perceptives et conceptuelles** dans le développement des représentations mentales avec l'acquisition de l'expertise. On peut en effet se demander si, même avec une durée d'exposition beaucoup plus longue (comparable à celles des brasseurs par exemple) et une exposition répétée à davantage de bières, les participants novices auraient réussi à déterminer l'appartenance catégorielle de n'importe quelle bière non apprise. En résumé, est-ce qu'une simple exposition répétée aux membres d'une catégorie permet vraiment de construire une représentation mentale de cette catégorie ? Comme nous l'avons détaillé dans la revue bibliographique, les recherches sur la naissance des concepts chez l'enfant ont montré que les bébés commencent par former des catégories d'objets sur la base d'informations perceptives uniquement, puis intègrent progressivement des informations plus abstraites leur permettant de construire des représentations mentales des catégories, des concepts. Les travaux de Hughson et Boakes (2002), associés à ceux de Solomon (1997) et Ballester *et al.* (2008), suggèrent qu'à travers des expositions répétées à des vins de différents cépages, les experts ont extrait les caractéristiques sensorielles typiques de chaque cépage et qu'ils utilisent ensuite ces connaissances lorsqu'ils réalisent une tâche (discrimination, description, catégorisation). Mais peut-on considérer que la seule connaissance de ces caractéristiques sensorielles typiques d'un style de bière ou d'un cépage permette de construire les représentations mentales des brasseurs ou des experts en vin ? Les brasseurs

et les professionnels du vin, en plus d'être exposés très fréquemment à différentes bières ou différents vins, possèdent d'importantes connaissances générales et techniques sur les produits. On peut donc supposer que c'est l'**association d'informations perceptives** (les connaissances sensorielles typiques des catégories) et d'**informations plus abstraites** (les connaissances de ce qu'est un style de bière, des techniques entre différents styles existants, etc.) qui permettrait la construction de représentations mentales.

Enfin, une autre interrogation de cette thèse était de savoir si les **modèles de catégorisation** issus de la psychologie cognitive peuvent s'appliquer aux catégories sensorielles (olfactives et gustatives en particulier). Loin de donner une réponse claire à cette question, ces études apportent quelques pistes de réflexion sur le sujet. Dans le chapitre 3, nous avons vu que les participants avisés n'ont pas catégorisé les bières trappistes ensemble. Dans le cas d'un modèle de type prototypique, nous pouvons supposer que les participants avisés, au fur et à mesure de leur exposition aux bières trappistes, auraient formé un prototype de ces bières, rassemblant les caractéristiques sensorielles communes aux bières trappistes. En se basant sur ces caractéristiques communes, ils auraient pu regrouper les bières trappistes ensemble lors de la tâche de tri libre. À l'inverse, les résultats de cette tâche semblent indiquer que les avisés ont davantage perçu les différences sensorielles entre ces bières que leurs similitudes. L'interprétation des résultats, en lien avec les connaissances des participants avisés sur les bières trappistes, peut plutôt nous orienter vers un **modèle de type exemplariste**. Dans la tâche de tri en deux groupes notamment, on peut imaginer que les participants ont essayé de se rappeler des bières trappistes qu'ils connaissent et tenter de les reconnaître parmi les bières proposées. Cela expliquerait que lors de la tâche de tri en deux groupes, ils aient fréquemment regroupé la Chimay et l'Orval, deux bières trappistes qu'ils connaissent bien, mais pas l'Achel, la bière trappiste la moins connue. Les tests menés ici ne permettent pas de valider l'un ou l'autre de ces modèles. Pour cela, d'autres expériences peuvent être imaginées. En utilisant davantage de bières trappistes et non trappistes, il serait intéressant de reproduire le même type de tâches de tri (libre et en deux groupes) et d'interroger les participants à la fin de l'épreuve, afin de comprendre les stratégies utilisées pour réaliser la catégorisation, sur le même modèle que l'étude de Patris, Gufoni, Chollet et Valentin (2007). La verbalisation de ces stratégies par les participants permettrait d'apporter des informations complémentaires aux données de tri, et peut-être de mettre en évidence l'utilisation de l'un ou l'autre (ou des deux) des modèles prototypique et exemplariste. Par ailleurs, en se basant sur les travaux de Posner et Keele (1969), nous pourrions essayer de créer un prototype des bières trappistes en mélangeant toutes ou partie des bières trappistes et demander aux participants avisés de réaliser une tâche de catégorisation avec ce prototype, les bières trappistes seules et des bières non trappistes. Les résultats du chapitre 4 sur l'apprentissage des catégories ont également mis en évidence quelques éléments qui peuvent faire penser à l'utilisation d'un modèle de type exemplariste. En particulier, le fait que seules certaines bières parmi les bières *appries* ont été catégorisées correctement après la

phase d'apprentissage peut suggérer que les participants ont retenu des exemples de chaque catégorie. De plus, l'analyse des questionnaires distribués à la fin de l'étude apporte également quelques arguments en faveur du modèle exemplariste, comme par exemple le fait que certains participants déclarent avoir reconnu la bière dégustée et en avoir déduit son appartenance catégorielle. Dans la littérature, les études réalisées dans le domaine du vin s'orientent plutôt vers un modèle prototypique de catégorisation. Ballester *et al.* (2008), Solomon (1997), Gawel (1997) ou encore Hughson (2001, 2003) s'accordent sur le fait que les experts ont formé des représentations mentales des vins de différents cépages en extrayant les caractéristiques sensorielles communes à ces vins. Morot, Brochet et Dubourdieu (2001) et Brochet et Dubourdieu (2001) utilisent clairement le terme de prototypes pour expliquer la structure du langage des experts en vin. Aucune de ces études ne mentionne la possibilité d'une approche exemplariste de la catégorisation. Même si les expériences menées ici n'ont pas été construites dans le but de répondre précisément à cette question, ces travaux de thèse apportent une vision nouvelle de la catégorisation dans le domaine sensoriel.

## **Conclusion & Perspectives**

---

L'intégration des notions cognitives de concept et de catégorisation à l'étude de l'expertise sensorielle est une approche relativement nouvelle. La littérature fait état de quelques études dans le domaine du vin. Ces études apportent des preuves de l'importance des facteurs conceptuels dans le développement de l'expertise sensorielle et mettent notamment en évidence des différences de représentations mentales entre des experts et des novices. Le but de cette thèse était d'évaluer si tous les types d'expertise induisent des modifications des représentations mentales liées aux perceptions de la bière, et de comprendre comment ces représentations mentales se mettent en place avec le développement de l'expertise. Nous avons montré qu'il existait des **différences de catégorisation des bières entre des panélistes entraînés à l'évaluation sensorielle de la bière, des brasseurs, des personnes familières de certaines bières et des novices, traduisant des représentations mentales des bières différentes selon le type d'expertise**. Nous avons également mis en évidence un **effet de la familiarité sur les capacités de discrimination des bières**. La contribution de cette thèse réside dans l'exploration des aspects des différents types d'expertises pouvant être impliqués dans les changements conceptuels. Nos résultats ne nous permettent pas de construire une liste définitive des facteurs jouant un rôle dans ces changements conceptuels mais nous pouvons émettre plusieurs hypothèses. Tout d'abord, les différences conceptuelles pourraient être expliquées par le **type d'approche lors de la dégustation** (analytique vs. globale), en lien avec les **connaissances des bières** et le **but recherché** par l'expert. Ensuite, il semblerait que les seules connaissances des caractéristiques sensorielles typiques des catégories de bières, acquises par une exposition répétée à différentes bières, ne permettent pas de construire des représentations mentales des bières. Ce changement conceptuel serait induit à la fois par des **informations perceptives** et par des **informations plus abstraites** (connaissances générales, techniques sur les bières).

A l'issue de ce travail de thèse, deux voies de recherche peuvent être intéressantes à explorer. La première est directement liée à la compréhension des changements conceptuels avec le développement de l'expertise. Comme l'avons évoqué en discussion générale, une des étapes suivantes de ce travail serait d'étudier la **structure des concepts formés** par les experts. Le challenge consisterait notamment à déterminer si ces concepts sont plutôt fondés sur la théorie du prototype ou sur la théorie de l'exemplaire. En particulier, il serait intéressant d'évaluer si la structure est la même quel que soit le type d'expertise. Par ailleurs, nous avons vu à travers ce travail de thèse que les changements conceptuels s'appuieraient à la fois sur des informations perceptives et des informations conceptuelles. Une autre piste de recherche serait d'évaluer l'importance relative de ces deux types d'informations dans la formation de différents concepts. A nouveau, il serait intéressant d'examiner si ce poids relatif est le même quel que soit le type d'expertise et si la dominance d'un type d'information sur l'autre entraîne une modification de la nature et de la structure des concepts formés. Pour tester cela, nous pourrions imaginer de reproduire l'étude d'apprentissage de catégories sensorielles avec des novices, cette fois en leur apportant des informations conceptuelles (histoire, méthodes de brassage, traditions

locales, témoignages de brasseurs, etc.). Nous pourrions également envisager de donner ces mêmes informations conceptuelles à une partie du panel entraîné et de comparer les catégorisations de bières effectuées par les panélistes ayant reçu des informations conceptuelles et par les panélistes n'en ayant pas reçu.

La seconde voie de recherche est liée plus directement à la mesure de l'activité de catégorisation elle-même. Il pourrait être intéressant d'évaluer l'**importance du contexte** dans lequel se fait la tâche de catégorisation. Labov (1973) a mis depuis longtemps en évidence que les frontières des concepts dépendent beaucoup du contexte, en montrant que des individus identifient plus volontairement un récipient comme étant un bol qu'une tasse quand on leur demande d'imaginer qu'il contient de la purée de pomme de terre. Très récemment, Dacremont, Sutan, Galia, Desmarchelier et Valentin (2009) ont étudié les effets du contexte et ont observé que le type d'ambiance dans un bar influençait le choix des boissons par des consommateurs. On peut donc se demander si la catégorisation n'est pas également influencée par le contexte. Une bière bue pendant une soirée dans un gobelet en plastique sera peut-être perçue comme une bière de soif, alors que la même bière bue en compagnie d'un professionnel pour finir la visite de sa brasserie sera identifiée comme une bière de qualité. Les critères utilisés pour catégoriser des bières sont-ils les mêmes quel que soit le contexte ? Par exemple, ne catégorise-t-on pas davantage sur la base de critères hédoniques lors d'une dégustation de bière en soirée et sur la base de critères sensoriels précis en condition scientifique ? Dans ce cadre, on peut se demander si le contexte dans lequel se sont déroulées les expériences de cette thèse n'a pas influencé, dans une certaine mesure, nos résultats de catégorisation. Alors que les panélistes entraînés ont effectué les tests dans une salle d'évaluation sensorielle, installés dans des cabines individuelles blanches, les participants avisés, les novices et les brasseurs ont réalisé les tests dans des salles aménagées pour l'occasion avec des tables. Ces dernières expériences se sont déroulées au cours de soirées culturelles scientifiques, auxquelles les participants s'inscrivaient s'ils le souhaitaient. Pour tester cet effet du contexte sur la catégorisation, nous pourrions par exemple imaginer de comparer les catégorisations de participants réalisant leur tâche dans des cabines d'évaluation sensorielle et de participants réalisant la même tâche dans une salle aménagée en bar pour l'occasion.

Autant de pistes de réflexion qui promettent encore de nombreuses occasions de réunir scientifiques, amateurs, passionnés ou simples curieux autour d'une boisson conviviale et riche. Et de ne jamais oublier « ce bonheur amer ».

## **Bibliographie**

---

---

**A**

---

**Abdi, H.** (2007). The  $R_v$  coefficient and the congruence coefficient. In: N. Salkind (Ed). *Encyclopedia of measurement and statistics* (pp. 849-853). Sage, Thousand Oaks.

**Abdi, H., Valentin, D., O'Toole, A.J. & Edelman, B.** (2005). DISTATIS: the analysis of multiple distance matrices. *Proceedings of the IEEE Computer Society: International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition* (pp. 42-47). San Diego, CA, USA.

**Abdi, H., Valentin, D., Chollet, S. & Chrea, C.** (2007). Analyzing assessors and products in sorting tasks: DISTATIS, theory and applications. *Food Quality and Preference*, 18: 627-640.

**Abdi, H., Dunlop, J.P. & Williams, L.J.** (2009). How to compute reliability estimates and display confidence and tolerance intervals for pattern classifiers using the bootstrap and 3-way multidimensional scaling (DISTATIS). *NeuroImage*, 45: 89-95.

**Adelson, B.** (1981). Problem solving and the development of abstract categories in programming languages. *Memory & Cognition*, 9: 422-433.

**Adelson, B.** (1984). When novices surpass experts: the difficulty of a task may increase with expertise. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 10(3): 483-495.

**Armstrong, S.L., Gleitman, L.R. & Gleitman, H.** (1983). What some concepts might not be. *Cognition*, 13(3): 263-308.

**Arterberry, M.E. & Bornstein, M.H.** (2001). Three-month-old infants' categorization of animals and vehicles based on static and dynamic attributes. *Journal of Experimental Child Psychology*, 80(4): 333-346.

**Aubry, V., Etievant, P., Sauvageot, F. & Issanchou, S.** (1999). Sensory analysis of Burgundy Pinot noir wines: a comparison of orthonasal and retronasal profiling. *Journal of Sensory Studies*, 14(1): 97-117.

**Augustin, M.D. & Leder, H.** (2006). Art expertise: A study of concepts and conceptual spaces. *Psychology Science*, 48: 135-156.

**Ayabe-Kanamura, S., Schicker, I., Laska, M., Hudson, R., Distel, H., Kobayakawa, T. & Saito, S.** (1998). Differences in perception of everyday odors: a Japanese-German crosscultural study. *Chemical Senses*, 23: 31-38.

## **B**

---

**Ballester, J., Dacremont, C., Le Fur, Y. & Etiévant, P.** (2005). The role of olfaction in the elaboration and use of Chardonnay wine concept. *Food Quality and Preference*, 16(4): 351-359.

**Ballester, J., Patris, B., Symoneaux, R. & Valentin, D.** (2008). Conceptual vs. perceptual wine spaces: Does expertise matter? *Food Quality and Preference*, 19(3): 267-276.

**Barsalou, L.W.** (1983). Ad hoc categories. *Memory & Cognition*, 11(3): 211-227.

**Barsalou, L.W.** (1985). Ideals, central tendency, and frequency of instantiations as determinants of graded structure in categories. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 11(4): 629-654.

**Barsalou, L.W.** (in press). Ad hoc categories. In: P.C. Hogan (Ed). *The Cambridge Encyclopaedia of the language sciences*. New York: Cambridge University Press.

**Bartlett, F.C.** (1932). *Remembering*. London: Cambridge University Press.

**Behl-Chadha, G.** (1996). Basic-level and super-ordinate categorical representations in early infancy. *Cognition*, 60(2): 105-141.

**Bonthoux, F., Berger, C. & Blaye, A.** (2004). *Naissance et développement des concepts chez l'enfant*. Paris : Dunod.

**Brochet, F. & Dubourdieu, D.** (2001). Wine descriptive language supports cognitive specificity of chemical senses. *Brain and Language*, 77(2): 187-196.

**Bruner, J.S., Goodnow, J.J. & Austin, G.A.** (1956). *A study of thinking*. New York: Wiley.

---

**C**

---

**Chambers, E. IV & Smith, E.A.** (1993). Effects of testing experience on performance of trained sensory panellists. *Journal of Sensory Studies*, 8: 155-166.

**Chase, W.C. & Simon, H.A.** (1973). Perception in chess. *Cognitive Psychology*, 4: 55-81.

**Chatard-Pannetier, A., Brauer, M., Chambres, P. & Niedenthal, P.** (2002). Représentation, catégorisation et évaluation : différence entre experts et novices dans le domaine des meubles d'antiquité. *L'année Psychologique*, 102: 423-448.

**Chemlal, S. & Cordier, F.** (2006). Structures conceptuelles, représentation des objets et des relations entre les objets. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 60(1): 7-23.

**Chi, M., Feltovich, P.J. & Glaser, R.** (1981). Categorization and representation of physics problem by experts and novices. *Cognitive Science*, 5: 121-152.

**Chollet, S. & Valentin, D.** (2001). Impact of training on beer flavour perception and description: Are trained and untrained subjects really different? *Journal of Sensory Studies*, 16: 601-618.

**Chollet, S., Valentin, D. & Abdi, H.** (2005). Do trained assessors generalize their knowledge to new stimuli. *Food Quality and Preference*, 16(1): 13-23.

**Chollet, S. & Valentin, D.** (2006). Impact of training on beer flavour perception. *Cerevisia*, 31(4): 189-195.

**Chollet, S., Lelièvre-Desmas, M. & Valentin, D.** (2009). The sorting task : Another method to obtain beer sensory descriptions? 32<sup>ème</sup> EBC Congress, Mai 2009, Hambourg, Allemagne.

**Cooke, T., Jäkel, F., Wallraven, C. & Bühlhoff, H.H.** (2007). Multimodal similarity and categorization of novel, three-dimensional objects. *Neuropsychologia*, 45(3): 484-495.

---

**D**

---

**Dacremont, C., Sutan, A., Galia, F., Desmarchelier, J.-F. & Valentin, D.** (2009). Coffee or margarita : Impact of ambiances on beverage choices in a bar. In: H. Abdi, D. Valentin, D.Z. Nguyen (Eds). *Food Consumers Insights in Asia – Current Issues and Future*. Ho Chi Minh (Vietnam): Vietnam National University-Ho chi Minh City Publishing House.

**d'Eer, M.** (1998). *La bière : Ales, lagers et labics*. BierMag, Saint-Laurent, Québec.

**d'Eer, M.** (2005). *Atlas mondial de la bière*. Trécarré, Outremont, Québec.

**de Groot, A.D.** (1965). *Thought and choice in chess*. The Hague: Mouton.

**Distel, H., Ayabe-Kanamura, S., Martinez-Gomez, M., Schicker, I., Kobayakawa, T., Saito, S. & Huston, R.** (1999). Perception of everyday odors – Correlation between intensity, familiarity and strength of hedonic judgment. *Chemical Senses*, 24: 191-199.

**Distel, H. & Hutson, R.** (2001). Judgment of odor intensity is influenced by subjects' knowledge of the odor source. *Chemical Senses*, 26: 247-251.

---

**E**

---

**Eimas, P.D. & Quinn, P.C.** (1994). Studies of the formation of perceptually based basic-level categories in young infants. *Child Development*, 65(3): 903-917.

**Efron, B. & Tibshirani, R.J.** (1993). *An introduction to the bootstrap*. Chapman and Hall, New York.

**Escouffier, Y.** (1973). Le traitement des variables vectorielles. *Biometrics*, 29: 751-760.

**European Brewery Convention Analysis Committee** (1998). *Analytica-EBC*, Verlag Hans Carl, Getränke-Fachverlag, Nürnberg, Germany.

---

**F**

---

**French, R.M., Mareschal, D., Mermillod, M. & Quinn, P.C.** (2004). The role of bottom-up processing in perceptual categorization by 3- to 4-month-old infants: Simulations and data. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133(3): 382-397.

**G**

---

**Gawel, R.** (1997). The use of language by trained and untrained experienced wine tasters. *Journal of Sensory Studies*, 12(4): 267-284.

**Glover, B.** (2001). *Le grand livre de la bière*. Manise, Genève.

**Goldstone, R.L. & Kersten, A.** (2003). Concepts and categorization. In: A.F. Healy & R.W. Proctor (Eds). *Comprehensive Handbook of Psychology, Volume 4: Experimental Psychology* (pp. 599-621). New Jersey: Wiley.

**H**

---

**Honeck, R.P., Firment, M. & Case, T.J.S.** (1987). Expertise and categorization. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 25(6): 431-434.

**Horowitz, L.M., Wright, J.C., Lowenstein, E. & Parad, H.W.** (1981). The prototype as a construct in abnormal psychology : 1. A method for deriving prototypes. *Journal of Abnormal Psychology*, 90(6) : 568-574.

**Hübener, F., Masuda, Y., Laska, M., Kobayakawa, T. & Saito, S.** (2001). Evaluation of cross-cultural differences in odor perception in Japanese and Germans. *Paper presented at the 4th Pangborn Sensory Science Symposium*, Dijon, France.

**Hughson, A.L.** (2003). Current theories and findings regarding the nature and bases of wine expertise. *Food Australia*, 55(5): 193-196.

**Hughson, A.L. & Boakes, R.A.** (2001). Perceptual and cognitive aspects of wine expertise. *Australian Journal of Psychology*, 53(2): 103-108.

**Hughson, A.L. & Boakes, R.A.** (2002). The knowing nose: the role of knowledge in wine expertise. *Food Quality and Preference*, 13: 463-472.

---

**J**

---

**Jackson, M.** (1999). *La bière*. Gründ, Paris.

**Jaffré, J.** (2009). *Arômes du vin : De la physico-chimie des composés clés à la perception et aux représentations*. Thèse de doctorat. Université de Bourgogne, Dijon, France.

---

**K**

---

**Kolodner, J.L. & Simpson, R.L.** (1986). Problem solving and dynamic memory. In: J.L. Kolodner & C.K. Riesbeck (Eds). *Experience, memory and reasoning* (pp. 99-114). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

**Komatsu, L.K.** (1992). Recent review of conceptual structure. *Psychological Bulletin*, 112(3): 500-526.

**Krol, N.P., De Bruyn, E.E. & van den Bercke, J.H.** (1992). Diagnostic classification by experts and novices. *Acta Psychologica*, 81: 23-37.

---

**L**

---

**Labov, W.** (1973). Some principles of linguistic methodology. *Language in Society*, 1: 97-120.

**Larkin, J.H.** (1985). Understanding, problem representations, and skill in physics. In: S.F. Chipman, J.W. Segal & R. Glaser (Eds). *Thinking and Learning Skills, Volume 2: Research and open Questions* (pp. 141-159). Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

**Lawless, H.T.** (1985). Psychological perspectives on winetasting and recognition of volatile flavours. In: G. Birch & M. Lindley (Eds.). *Alcoholic beverages*. Elsevier Applied Science, London.

**Lewis, C.** (1981). Skill in algebra. In: J.R. Anderson (Ed). *Cognitive skills and their acquisition* (pp. 85-110). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

**Lynch, E.B., Coley, J.D. & Medin, D.L.** (2000). Tall is typical: Central tendency, ideal dimensions and graded category structure among tree experts and novices. *Memory and Cognition*, 28: 41-50.

---

**M**

---

**Madole, K.L. & Oakes, L.M.** (1999). Making sense of infant categorization: Stable processes and changing representations. *Developmental Review*, 19: 263-26.

**Mandler, J.M.** (1979). Categorical and schematic organization in memory. In: C.R. Puff (Ed). *Memory Organization and Structure* (pp. 259-302). New York: Academic Press.

**Mandler, J.M.** (1983). Representations. In: J.H. Flavell & E.M. Markman (Eds). *Cognitive Development, Volume 3: Handbook of Child Psychology* (pp. 420-494). New York: Wiley.

**Mandler, J.M.** (1992). How to build a baby: Conceptual primitives. *Psychological Review*, 99: 587-604.

**Mandler, J.M.** (2000). Perceptual and conceptual processes in infancy. *Journal of Cognition and Development*, 1: 3-36.

**Mandler, J.M.** (2003). Conceptual categorization. In: D.H. Rakison & L.M. Oakes (Eds). *Early Categorization and concept development. Making sense of the blooming, buzzing confusion* (pp. 103-131). Oxford: University Press.

**Mandler, J.M. & McDonough, L.** (1993). Concept formation in infancy. *Cognitive Development*, 8: 291-318.

**Mandler, J.M. & McDonough, L.** (1996). Drinking and driving don't mix: Inductive generalization in infancy. *Cognition*, 59: 307-335.

**Mandler, J.M. & McDonough, L.** (1998a). On developing a knowledge base in infancy. *Developmental Psychology*, 37: 1274-1288.

**Mandler, J.M. & McDonough, L.** (1998b). Studies in inductive inference in infancy. *Cognitive Psychology*, 37: 60-96.

**Mastrojanni, M.** (1999). *Guide de l'amateur de bière*. Solar, Paris.

**Means, M.L. & Voss, J.F.** (1985). Star Wars: A developmental study of expert and novices knowledge structures. *Journal of Memory and Language*, 24: 746-757.

**McKeithen, K., Reitman, J.S., Ruester, H. & Hirtle, S.C.** (1981). Knowledge organization and skill differences in computer programmers. *Cognitive Psychology*, 13: 307-325.

**Medin, D.L. & Shaffer, M.M.** (1978). Context theory of classification learning. *Psychological Review*, 85: 207-238.

**Medin, D.L. & Shoben, E.J.** (1988). Context and structure in conceptual combination. *Cognitive Psychology*, 20: 158-190.

**Mervis, C.B., Johnson, K.E. & Scott, P.** (1993). Perceptual knowledge, conceptual knowledge, and expertise: Comment on Jones and Smith. *Cognitive Development*, 8: 149-155.

**Mohr, C., Hübener, F. & Laska, M.** (2002). Deviant olfactory experiences, magical ideation, and olfactory sensitivity: a study with healthy German and Japanese subjects. *Psychiatry Research*, 111: 21-33.

**Morin-Audebrand L.** (2008). *Contribution à la caractérisation de la mémoire des aliments*. Thèse de doctorat. Université de Bourgogne, Dijon, France.

**Morot, G., Brochet, F. & Dubourdiou, D.** (2001). The colors of odors. *Brain and Language*, 79: 309-320.

**Murphy, G.L & Wright, J.C.** (1984). Changes in conceptual structure with expertise: Differences between real-world experts and novices. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 10(1): 144-155.

**Murphy, G.L. & Medin, D.L.** (1985). The role of theories in conceptual coherence. *Psychological Review*, 92: 289-216.

## N

---

**Nosofsky, R.M.** (1988). Exemplar-based accounts of relations between classification, recognition, and typicality. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 14(4): 700-708.

---

**O**

---

**Oakes, L.M., Plumert, J.M., Lansink, J.M. & Merryman, J.D.** (1996). Evidence for task-dependent categorization in infancy. *Infant Behavior and Development*, 19: 425-440.

**Oakes, L.M., Coppage, D.J. & Dingel, A.** (1997). By land or by sea: The role of perceptual similarity in infants' categorization of animals. *Developmental Psychology*, 33: 396-407.

---

**P**

---

**Pacherie, E.** (1993). L'hypothèse de la structuration des connaissances par domaines et la question de l'architecture fonctionnelle de l'esprit. *Revue Internationale de Psychopathologie*, 9: 63-89.

**Pangborn, R.M., Berg, H.W. & Hansen, B.** (1963). The influence of color on discrimination of sweetness in dry table wine. *American Journal of Psychology*, 79: 492-495.

**Patris, B., Chrea, C., Phan Thanh, A., Valentin, D., Nguyen, D.H. & Sheu, C.F.** (2004). Effect of familiarity on odor threshold: A cross-cultural study. *Paper presented at the 14<sup>th</sup> ISOT meeting*, Kyoto, Japan.

**Patris, B., Gufoni, V., Chollet, S. & Valentin, D.** (2007). Impact of training on strategies to realize a beer sorting task: behavioral and verbal assessments. In: D. Valentin, D.Z. Nguyen, L. Pelletier (Eds). *New trends in sensory evaluation of food and non-food products*. Ho Chi Minh (Vietnam): Vietnam National University-Ho chi Minh City Publishing House.

**Pauen, S.** (2002). The global-to-basic shift in infants' categorical thinking: First evidence from a longitudinal study. *International Journal of Behavioral Development*, 26: 492-499.

**Peron, R.M. & Allen, G.L.** (1988). Attempts to train novices for beer flavour discrimination: A matter of taste. *The Journal of General Psychology*, 115: 403-418.

**Posner, M.I., Goldsmith, R. & Welton, K.E.** (1967). Perceived distance and the classification of distorted patterns. *Journal of Experimental Psychology: General*, 73(1): 28-38.

**Posner, M.I. & Keele, S.W.** (1968). On the genesis of abstract ideas. *Journal of Experimental Psychology*, 77(3): 353-363.

**Poulin-Dubois, D., Frenkeil-Fishman, S., Nayer, S. & Johnson, S.** (2006). Infants' inductive generalization of bodily, motion, and sensory properties to animals and people. *Journal of Cognition*

and *Development*, 7(4): 431-453.

## Q

---

**Quinn, P.C. & Eimas, P.D.** (1996). Perceptual organisation and categorization. In: C. Rovee-Collier & L. Lipsitt (Eds). *Advances in Infancy Research* (vol. 10, pp 1-36). Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporate.

**Quinn, P.C. & Eimas, P.D.** (2000). The emergence of category representations during infancy: Are separate perceptual and conceptual processes required? *Journal of Cognition and Development*, 1: 55-61.

## R

---

**Rabin, M.D.** (1988). Experience facilitates olfactory quality discrimination. *Perception & Psychophysics*, 44(6): 532-540.

**Reitman, J.S.** (1976). Skilled perception in go: Deducing memory structures from inter-response times. *Cognitive Psychology*, 8: 336-356.

**Rosch, E.** (1975). Cognitive representations of semantic categories. *Journal of Experimental Psychology: General*, 104: 192-233.

**Rosch, E.** (1978). Principles of categorization. In: E. Rosch & B.B. Lloyd (Eds.). *Cognition and categorization* (pp. 27-48). Hillsdale: NJ: Erlbaum.

**Rosch, E. & Mervis, C.B.** (1975). Family resemblances: studies in the internal structure of categories. *Cognitive Psychology*, 7: 573-605.

**Rosch, E., Mervis, C.B., Gray, W.D., Johnson, D.M. & Boyes-Braems, P.** (1976). Basic objects in natural categories. *Cognitive Psychology*, 8: 382-439.

**Rumelhart, D.E. & Norman, D.A.** (1988). Representation in memory. In: R.C. Atkinson (Ed). *Steven's Handbook of Experimental Psychology, Volume 2: Learning and Cognition* (pp. 511-587). New York; Wiley.

**S**

---

**Shafto, P. & Coley, J.D.** (2003). Development of categorization and reasoning in the natural world: Novices to experts, naïve similarity to ecological knowledge. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 29(4): 641-649.

**Sloutsky, V.M.** (2003). The role of similarity in the development of categorization. *Trends in Cognitive Sciences*, 7(6): 246-251.

**Solomon, G.E.A.** (1990). Psychology of novice and expert wine talk. *American Journal of Psychology*, 103(4): 495-517.

**Solomon, G.E.A.** (1991). Language and categorization in wine expertise. In: H.T. Lawless & B.P. Klein (Eds). *Sensory science theory and applications in foods* (pp. 269-294). New York: Marcel Dekker Inc.

**Solomon, G.E.A.** (1997). Conceptual change and wine expertise. *The Journal of the Learning Sciences*, 6(1): 41-60.

**Stone, H., Sidel, S., Woolsey, A. & Singleton, R.C.** (1974). Sensory evaluation by Quantitative Descriptive Analysis. *Food Technology*, 28(11): 24-34.

**T**

---

**Tajfel, H. & Wilkes, A.L.** (1963). Classification and quantitative judgment. *British Journal of Psychology*, 54: 101-114.

**Tanaka, J.W. & Taylor, M.** (1991). Object categories and expertise: Is the basic level in the eye of the beholder? *Cognitive Psychology*, 23: 457-482.

**V**

---

**Valentin, D., Chollet, S., Béal, S. & Patris, B.** (2007). Expertise and memory for beers and beer olfactory compounds. *Food Quality and Preference*, 18(5): 776-785.

**Vicente, K.J. & Wang, J.H.** (1998). An ecological theory of expertise effects in memory recall. *Psychological Review*, 105(1): 33-57.

## W

---

**Webb, T.** (2005). *Good beer guide Belgium*. CAMRA Campaign for Real Ale, St Albans, Belgique.

**Wittgenstein, L.** (1953). *Philosophical investigations*. New York: Macmillan.

## Y

---

**Yu, P. & Pickering, G.J.** (2008). Ethanol difference thresholds in wine and the influence of mode of evaluation and wine style. *American Journal of Enology and Viticulture*, 59(2): 146-152.

## **Annexes**

---

# Annexe 1

## Description du panel entraîné

Le panel entraîné de l'Institut Supérieur d'Agriculture a été formé en 2001 pour répondre à la demande croissante des brasseurs de la région Nord-Pas-de-Calais désireux de connaître les caractéristiques sensorielles de leurs bières et de les comparer à celles de leurs bières concurrentes. Il est en moyenne composé d'une quinzaine de panélistes, ce nombre variant d'une année sur l'autre puisque certaines personnes quittent le panel alors que de nouvelles personnes l'intègrent. Pour cela, la composition exacte du panel entraîné (nombre de panélistes, âge moyen, durée moyenne d'entraînement) ayant participé à chaque étude sera précisée dans la partie *Matériel et méthodes* de chaque chapitre. Tous les panélistes sont des salariés de l'Université Catholique de Lille. Il s'agit d'un panel descriptif, dont les participants sont entraînés à réaliser des **profils sensoriels** de bières (suivant la méthode *Quantitative Descriptive Analysis (QDA)*, Stone, Sidel, Woolsey & Singleton, 1974), c'est-à-dire à décomposer leur perception sensorielle des bières en différents descripteurs et à évaluer l'intensité de chacun de ces descripteurs. Le tableau 1 suivant présente les 40 descripteurs sensoriels utilisés par le panel.

**Tableau 1.** Liste des 40 descripteurs sensoriels de la bière utilisés par le panel entraîné.

<b>Descripteurs généraux</b>	<b>Arômes / Défauts</b>
Intensité globale	Agrumes
Odeur fruitée	Amandes
Odeur houblon	Banane
Odeur maltée	Beurre
Intensité goût	Caramel
Fruité	Chou
Floral	Fromage
Epicé	Fruits jaunes
Houblon	Fruits rouges
Malt	Fruits macérés
Acide	Levure
Amer	Lilas
Sucré	Métallique
Alcool	Miel
Astringence	Pain
Pétillance	Papier carton
Persistance amère	Phénol
Persistance sucrée	Pipi de chat
Persistance fruitée	Pomme
Persistance maltée	Sulfite

Les 20 descripteurs généraux correspondent à des caractéristiques globales d'odeur, de goût (pendant et après la dégustation) et de texture en bouche de la bière. L'intensité de ces descripteurs est évaluée sur une échelle linéaire non structurée de 10 cm allant de « Faible » à « Fort ». Les 20 descripteurs d'arômes correspondent à des molécules aromatiques qui peuvent composer l'arôme global de la bière, ou à des faux-goûts dont la présence anormale dans la bière doit être détectée. L'intensité de ces 20 descripteurs d'arômes est évaluée sur une échelle structurée en quatre points : « Absent », « Présent faiblement », « Présent moyennement » et « Présent fortement ». Ces 40 descripteurs et leurs échelles associées sont présentés aux panélistes sur un questionnaire papier via le logiciel FIZZ® (voir la suite de l'annexe).

Les panélistes sont entraînés à raison d'une heure par semaine, tout au long de l'année, afin d'assimiler les perceptions sensorielles associées aux descripteurs et de les quantifier sur l'échelle de notation. Le panel est entraîné à la fois sur des bières commerciales variées (bières de fermentation haute et basse, de différentes couleurs, de différentes brasseries, de différentes origines géographiques, etc.) et sur des bières supplémentées, c'est-à-dire des bières de type Pils dans lesquelles ont été rajoutées des concentrations connues de molécules aromatiques ou de composés de la bière (solution aqueuse de malt, de houblon, sucre, etc.). Les séances d'entraînement utilisent des tests sensoriels classiques ou des épreuves plus ludiques, et les bières testées sont pratiquement différentes à chaque séance, ceci afin de stimuler l'intérêt des panélistes et d'éviter toute lassitude par rapport au produit ou au panel en général. Les tests les plus souvent utilisés sont des épreuves de classement, des tests de reconnaissance d'arômes, des épreuves d'appariement ou encore des profils sensoriels. Les panélistes réalisent l'épreuve de façon individuelle puis une correction collective est effectuée. **L'épreuve de classement** consiste à classer quatre ou cinq bières du moins intense au plus intense selon un descripteur donné. Les classements sont réalisés soit sur des bières supplémentées, soit sur des bières commerciales. Dans le cas des bières supplémentées, le classement réel des bières est donné aux panélistes. Dans le cas des bières commerciales dont les concentrations en différents composés ne sont pas connues, la correction consiste en la détermination d'un classement consensuel pour les panélistes. **Les tests de reconnaissance d'arômes** consistent à reconnaître le ou les arôme(s) ajouté(s) dans la bière. Les concentrations des composés aromatiques ajoutés sont diminuées progressivement au cours de l'entraînement. **Les épreuves d'appariement** sont réalisées avec des bières commerciales et consistent à appairer des descriptions sensorielles de bières générées par un autre panéliste avec la bière correspondante.

## Questionnaires Fizz®

+ c.q. 0005 N.O. 000:1 PAGE 00:1/006 +

Prénom : ...Caroline B..... 0000:1

Indiquez l'intensité de chaque descripteur

936

	Faible	Fort
Intensité odeur	-----	-----
Odeur fruitée	-----	-----
Odeur houblon	-----	-----
Odeur maltée	-----	-----
Intensité goût	-----	-----
Fruité	-----	-----
Floral	-----	-----
Épicé	-----	-----
Houblon	-----	-----
Malt	-----	-----
Acide	-----	-----
Amer	-----	-----
Sucré	-----	-----
Alcool	-----	-----
Astringente	-----	-----
Pétillance	-----	-----
Persist amère	-----	-----
Persist sucrée	-----	-----
Persist fruitée	-----	-----
Persist maltée	-----	-----

Remarques :

+ +

+ c.q. 0005 N.O. 000:1 PAGE 002/006 +

Prénom : ...Caroline B.....

Indiquez l'intensité de chaque descripteur

936

	Absent	Présent Faiblement	Présent Moyennement	Présent Fortement
Agrumes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Amande	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Banane	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Beurre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Caramel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Chou	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fruits jaunes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fruits rouges	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fruits macérés	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fromage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Levure	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lilas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Métallique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Miel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pain	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Papier carton	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Phénol	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pipi de chat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pomme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sulfite	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Remarques :

+ +

## Annexe 2

---

### Instructions pour les épreuves du chapitre 1

#### Instructions pour les épreuves de tri en condition visuelle et en condition en aveugle

9 bières sont à votre disposition.

Nous vous demandons de les sentir et de les goûter dans l'ordre proposé, puis de **faire des groupes** en mettant ensemble celles qui pour vous se ressemblent.

Vous pouvez faire autant de groupes et mettre ensemble autant de bières que vous le voulez.

De l'eau et du pain sont à votre disposition pour vous rincer la bouche autant de fois que vous le souhaitez.

*Appelez l'expérimentateur quand vous avez terminé.*

## Annexe 3

---

### Instructions pour les épreuves du chapitre 2

#### Instructions pour l'épreuve de tri de photos de bières

Vous avez devant vous un paquet d'images de bières.  
Nous vous demandons de faire *spontanément* des groupes d'images en mettant ensemble les bières qui pour vous appartiennent à la même catégorie.

*Appelez l'expérimentateur quand vous avez terminé.*

#### Instructions pour l'épreuve de tri hiérarchique (1<sup>ère</sup> étape)

Avant de commencer ce test, rincez-vous la bouche avec de l'eau.

18 bières numérotées sont à votre disposition.

Nous vous demandons de les sentir, de les goûter et de **faire deux groupes** en mettant ensemble les bières qui pour vous se ressemblent.

Vous pouvez mettre autant de bières que vous voulez dans chacun des deux groupes.

Vous pouvez goûter les bières autant de fois que vous le voulez.

Vous pouvez vous rincer la bouche avec de l'eau et des crackers autant de fois que vous le souhaitez.

*Appelez l'expérimentateur quand vous avez terminé.*

### Instructions pour l'épreuve de tri hiérarchique (2<sup>ème</sup> étape)

Vous venez de faire deux groupes de bières.

Nous vous demandons maintenant de faire des sous-groupes à l'intérieur de chacun de ces deux groupes.

Pour cela, prenez un des deux groupes de bières que vous venez de faire. Sentez et goûtez à nouveau les bières de ce groupe puis faites des sous-groupes (autant que vous voulez) en mettant ensemble les bières qui pour vous se ressemblent.

Vous pouvez mettre autant de bières que vous voulez dans ce sous-groupe.

Lorsque vous avez fini, passez à votre deuxième groupe de bières. Sentez et goûtez à nouveau les bières de ce groupe puis faites des sous-groupes (autant que vous voulez) en mettant ensemble les bières qui pour vous se ressemblent.

Vous pouvez mettre autant de bières que vous voulez dans ce sous-groupe.

Vous pouvez goûter les bières autant de fois que vous le voulez.

Vous pouvez vous rincer la bouche avec de l'eau et des crackers autant de fois que vous le souhaitez.

*Appelez l'expérimentateur quand vous avez terminé.*

### Instructions pour l'épreuve des tests triangulaires

**1**

Devant vous sont présentés trois échantillons de bières. Parmi ces échantillons, deux sont identiques et un est différent.

Sentez ces trois échantillons de gauche à droite et déterminez l'échantillon qui est différent des deux autres.

Entourez le code de l'échantillon différent des deux autres :

**033**

**290**

**547**

Vous devez obligatoirement donner une réponse. Si vous ne savez pas, répondez au hasard. Merci

## Instructions pour l'épreuve des tests triangulaires (suite)

**2**

Avant de commencer ce test, rincez-vous la bouche avec de l'eau.  
Placez le pince-nez sur votre nez.

Devant vous sont présentés trois échantillons de bières. Parmi ces échantillons, deux sont identiques et un est différent.  
Goûtez ces trois échantillons de gauche à droite et déterminez l'échantillon qui est différent des deux autres.

Entourez le code de l'échantillon différent des deux autres :

**545**

**184**

**693**

Vous devez obligatoirement donner une réponse. Si vous ne savez pas, répondez au hasard. Merci

**3**

Avant de commencer ce test, rincez-vous la bouche avec de l'eau.

Devant vous sont présentés trois échantillons de bières. Parmi ces échantillons, deux sont identiques et un est différent.  
Goûtez ces trois échantillons de gauche à droite et déterminez l'échantillon qui est différent des deux autres.

Entourez le code de l'échantillon différent des deux autres :

**965**

**428**

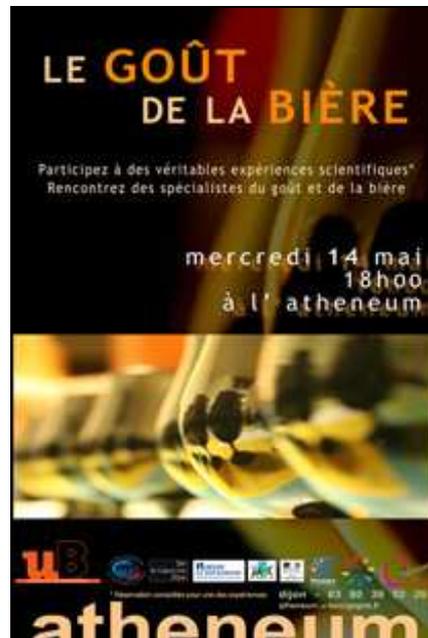
**891**

Vous devez obligatoirement donner une réponse. Si vous ne savez pas, répondez au hasard. Merci

## Annexe 4

---

### Affiche du recrutement pour l'étude du chapitre 3



# Annexe 5

## Questionnaire de l'étude du chapitre 3

C.Q. 0004 N.O. 000:1 PAGE 00:1/004

### Questionnaire

Nous vous demandons maintenant de répondre à quelques questions vous concernant. Les réponses que vous fournissez sont importantes pour l'expérience qui vient d'être menée. Elles permettront de compléter et de comprendre un peu mieux les résultats obtenus.  
Nous vous demandons donc de lire avec attention les questions qui suivent et de répondre à chacune d'entre elles. Merci.

Les questionnaires sont destinés à être saisis informatiquement. Répondez-y soigneusement, inscrivez les commentaires libres à l'intérieur des cases prévues. N'écrivez pas dans les marges.

1. Pour commencer, veuillez préciser si vous êtes :

Femme  Homme

2. Quel âge avez-vous ?

Moins de 20 ans  20-25 ans  26-35 ans  
 36-45 ans  46-55 ans  plus de 55 ans

3. Quelle activité professionnelle exercez-vous ?

Etudiant  Employé/ouvrier  Cadre  
 Artisan/commer.  Agriculteur  Femme au foyer  
 Enseignant  Retraité  Rech. d'emploi  
 Profession lib.  Autres

Si Autres, précisez :

C.Q. 0004 N.O. 000:1 PAGE 002/004

4. Votre activité professionnelle est-elle en lien avec la bière ?

oui  non

5. Vous consommez de la bière :

Tous les jours  Plus.fois/sem  1 fois/semaine  
 1 fois/mois  Moins souvent

6. Où consommez-vous le plus souvent de la bière ? (une seule réponse possible)

Chez vous  Dans 1 bar  Chez des amis  
 Au restaurant  Au travail  Autres

Précisez :

7. A quels moment consommez-vous le plus souvent de la bière ? (plusieurs réponses possibles)

A l'apéritif  Pendant repas  Entre les repas  
 Soirée festive  Autres

Précisez :

8. Quels types de bières consommez-vous le plus souvent ? (plusieurs réponses possibles)

Blondes  Brunes  Ambrées  
 Blanches  Autres

Précisez :

9. Quelles sont les 3 marques de bières que vous consommez le plus souvent ?

C.Q. 0004 N.O. 000:1 PAGE 003/004

11. Où achetez-vous vos bières ? (plusieurs réponses possibles)

Supermarché  Magasin spé.  Hard-discount  
 Marché/salon  Resto/café  Brasserie  
 Autres

Précisez :

12. Qui achète les bières dans votre foyer ?

Vous  Votre époux(se)  
 Vos enfants  Autres

Précisez :

13. Lisez-vous des magazines, revues, livres sur la bière ?

oui  non

Si oui, précisez lesquelles :

14. Achetez-vous des magazines, revues, livres sur la bière ?

oui  non

Si oui, précisez lesquelles :

15. Etes-vous abonné(e) à une revue sur la bière ?

oui  non

Si oui, précisez lesquelles :

C.Q. 0004 N.O. 000:1 PAGE 004/004

16. Faites-vous parti d'un club de bière ?

oui  non

Si oui, précisez :

17. Vous arrive-t-il de discuter de la bière avec vos proches ou vos amis ?

oui  non

18. Citez les bières trappistes que vous connaissez :

19. Quelles sont celles que vous consommez le plus souvent ?

Merci beaucoup pour votre participation.  
Rendez-vous à 20h pour la table ronde et le pot de l'amitié !

## Annexe 6

### Instructions pour les épreuves du chapitre 3

#### Instructions pour l'épreuve de test triangulaire

Avant de commencer ce test, rincez-vous la bouche avec de l'eau.

Devant vous sont présentés trois échantillons de bières. Parmi ces échantillons, deux sont identiques et un est différent.

Goûtez ces trois échantillons de gauche à droite et déterminez l'échantillon qui est différent des deux autres.

**ATTENTION : vous ne pouvez goûter chaque échantillon qu'une seule fois !**

Entourez le code de l'échantillon différent des deux autres :

793

456

909

Vous devez obligatoirement donner une réponse. Si vous ne savez pas, répondez au hasard. Merci

#### Instructions pour l'épreuve d'appariement

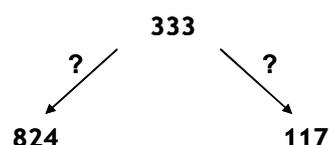
Avant de commencer ce test, rincez-vous la bouche avec de l'eau et des crackers.

Devant vous sont présentés trois échantillons de bières.

Commencez par sentir et goûter l'échantillon codé **333** puis sentez et goûtez ensuite les deux autres échantillons codés **824** et **117** (commencez par l'échantillon situé à votre gauche).

**Selon vous, l'échantillon n°333 ressemble-t-il davantage au n°824 ou au n°117 ?**

Entourez le code de l'échantillon qui ressemble le plus au n°333 :



Vous devez obligatoirement donner une réponse. Si vous ne savez pas, répondez au hasard.

### Instructions pour l'épreuve de tri libre

Avant de commencer ce test, rincez-vous la bouche avec de l'eau et des crackers.

6 bières sont à votre disposition.

Nous vous demandons de les sentir et de les goûter dans l'ordre indiqué par l'expérimentateur et de **faire des groupes** en mettant ensemble les bières qui pour vous se ressemblent.

Vous pouvez faire autant de groupes et mettre ensemble autant de bières que vous voulez.

Vous pouvez goûter les bières autant de fois que vous le voulez.

Vous pouvez vous rincer la bouche avec de l'eau et des crackers autant de fois que vous le souhaitez.

*Appelez l'expérimentateur quand vous avez terminé.*

### Instructions pour l'épreuve de tri en deux groupes

Avant de commencer ce test, rincez-vous la bouche avec de l'eau et des crackers.

6 bières sont à votre disposition.

Parmi elles, 3 sont des **bières trappistes** et 3 ne le sont pas.

Nous vous demandons de sentir et de goûter ces 6 bières dans l'ordre indiqué par l'expérimentateur et de **faire deux groupes : un groupe de bière trappistes et un groupe de bière non trappistes.**

Vous pouvez goûter les bières autant de fois que vous le voulez.

Vous pouvez vous rincer la bouche avec de l'eau et des crackers autant de fois que vous le souhaitez.

*Appelez l'expérimentateur quand vous avez terminé.*

## Annexe 7

### Instructions pour les épreuves du chapitre 4 (FERMENTATION)

#### Instructions et feuille de réponse pour la première séance (T<sub>0</sub>) et la dernière séance (T<sub>final</sub>)

**OPTION BIEROLOGIE**  
**Séance de dégustation n°1**

Pour chacune des bières que vous allez déguster, vous devez décider s'il s'agit d'une bière à **fermentation haute** ou à **fermentation basse** et préciser si vous êtes sûr(e) ou non de votre réponse (note de sûreté).

De l'eau et du pain sont à votre disposition pour vous rincer la bouche autant de fois que vous le désirez.

Avant de commencer, merci de vérifier que le code de la bière correspond bien à celui inscrit sur la feuille.

Veillez indiquer si vous pensez qu'il s'agit d'une bière à fermentation haute ou à fermentation basse ainsi que la note de sûreté.

Code échantillon	Type de fermentation (haute ou basse)	Note de sûreté (êtes-vous ou non de votre réponse ?)
629	<input type="checkbox"/> haute <input type="checkbox"/> basse	<input type="checkbox"/> pas sûr <input type="checkbox"/> sûr <input type="checkbox"/> très sûr

Lorsque vous avez terminé, n'oubliez pas de le signaler à l'expérimentateur en appuyant sur le bouton de lumière rouge. Merci.

**Tableau de réponse pour les séances d'apprentissage (séances 2 à 9)**

CODE ECHANTILLON	TYPE DE FERMENTATION (haute ou basse)	NOTE DE SURETE (êtes-vous sûr ou non de votre réponse ?)	DESCRIPTION (5 termes maximum)
	<input type="checkbox"/> haute <input type="checkbox"/> basse	<input type="checkbox"/> pas sûr <input type="checkbox"/> sûr <input type="checkbox"/> très sûr	
	<input type="checkbox"/> haute <input type="checkbox"/> basse	<input type="checkbox"/> pas sûr <input type="checkbox"/> sûr <input type="checkbox"/> très sûr	
	<input type="checkbox"/> haute <input type="checkbox"/> basse	<input type="checkbox"/> pas sûr <input type="checkbox"/> sûr <input type="checkbox"/> très sûr	
	<input type="checkbox"/> haute <input type="checkbox"/> basse	<input type="checkbox"/> pas sûr <input type="checkbox"/> sûr <input type="checkbox"/> très sûr	
	<input type="checkbox"/> haute <input type="checkbox"/> basse	<input type="checkbox"/> pas sûr <input type="checkbox"/> sûr <input type="checkbox"/> très sûr	
	<input type="checkbox"/> haute <input type="checkbox"/> basse	<input type="checkbox"/> pas sûr <input type="checkbox"/> sûr <input type="checkbox"/> très sûr	

## Questionnaire de fin de la dernière séance (T<sub>final</sub>)

OPTION BIEROLOGIE  
Questionnaire

Nous vous demandons maintenant de répondre à quelques questions concernant l'expérience sur les bières de fermentation haute et de fermentation basse.

**MAIS ATTENTION !** Il ne s'agit pas d'un questionnaire d'évaluation de vos connaissances. Vous ne serez en aucun cas notés sur les réponses que vous donnez.

Toutefois, les informations que vous fournissez sont très importantes pour l'expérience menée au cours de ces 10 séances de biérologie. Elles permettront de compléter et de comprendre les résultats obtenus. Nous vous demandons donc de lire avec attention les questions qui suivent et de répondre à chacune d'entre elles dans l'ordre proposé. Merci.

### QUESTION 1.

Prenez le temps de vous remettre dans la situation de dégustation que vous venez de vivre...

A présent, essayez de vous rappeler la dernière bière que vous avez goûtée, comment elle était...

Pouvez-vous nous dire comment vous avez fait pour décider que cette bière était de fermentation haute ou de fermentation basse ?

### QUESTION 2.

Vous venez de nous dire comment vous avez fait pour décider que la dernière bière que vous avez goûtée était de fermentation haute ou de fermentation basse.

Avez-vous procédé de la même façon pour décider du type de fermentation de toutes les bières que vous avez goûtées ?

Si vous n'avez pas procédé de la même façon, pouvez-vous décrire les autres cas de figures en vous appuyant sur des exemples concrets et précis ?

### QUESTION 3.

Pouvez-vous donner en quelques mots votre définition d'une bière de fermentation haute et d'une bière de fermentation basse (d'un point de vue sensoriel) ?

**QUESTION 4.**

Pourriez-vous nous dire en **10 lignes maximum** ce que vous avez appris sur les bières de fermentation haute et basse au cours de cette option biérologie ?

Quelles ont été vos sources d'informations (les cours théoriques, internet... ?)

**QUESTION 5.**

Avant que vous ne répondiez à ce questionnaire, nous avons imaginé différentes façons de procéder pour décider si une bière est de haute ou de basse fermentation.

Nous avons essayé de les traduire dans les énoncés que nous vous présentons ci-dessous.

Nous vous demandons de lire ces énoncés attentivement. **Pour chacun d'entre eux, nous vous demandons d'indiquer si OUI, vous avez déjà utilisé cette procédure pour décider du type de fermentation d'une bière ou si NON, vous n'avez jamais utilisé cette procédure.**

Lorsque vous recevez le verre de bière, vous vous dites (cochez la case correspondante pour chaque énoncé proposé) :

	OUI, j'ai déjà utilisé cette procédure	NON, je n'ai jamais utilisé cette procédure
Cette bière est de couleur brune. Je sais que les bières brunes peuvent être de fermentation basse ou de fermentation haute. Je réponds au hasard.		
Cette bière a des arômes de caramel, miel, épices café... J'en déduis que c'est une bière de fermentation basse.		
Cette bière est peu pétillante. J'en déduis que c'est une bière de fermentation haute.		
Cette bière a des arômes fruités (banane, pomme...). J'en déduis que c'est une bière de fermentation haute.		
Cette bière est de couleur blonde. Je sais que les bières blondes peuvent être de fermentation basse ou de fermentation haute. Je réponds au hasard.		
Cette bière est de couleur brune. J'en déduis que c'est une bière de fermentation haute.		
Cette bière est de couleur blanche. J'en déduis que c'est une bière de fermentation haute.		
Cette bière est de couleur brune. Je ne lui trouve rien de particulier au nez et au goût. Je réponds au hasard.		
Cette bière est de couleur brune. Au nez, elle est assez forte en intensité. Au goût, elle est plutôt forte et assez alcoolisée. J'en déduis que c'est une bière de fermentation haute.		

	OUI, j'ai déjà utilisé cette procédure	NON, je n'ai jamais utilisé cette procédure
Cette bière est de couleur blonde. J'en déduis que c'est une bière de fermentation haute.		
Cette bière a un goût de levure assez intense. J'en déduis que c'est une bière de fermentation basse.		
Cette bière est plutôt lourde (dense). J'en déduis que c'est une bière de fermentation haute.		
Cette bière est assez sucrée. J'en déduis que c'est une bière de fermentation basse.		
Cette bière est très pétillante. J'en déduis que c'est une bière de fermentation basse.		
Cette bière est de couleur blonde. Je ne lui trouve rien de particulier au nez et au goût. J'en déduis que c'est une bière de fermentation basse.		
Cette bière a un goût de malt assez intense. J'en déduis que c'est une bière de fermentation basse.		
Cette bière est assez forte en goût. J'en déduis que c'est une bière de fermentation haute.		
Cette bière est très pétillante. J'en déduis que c'est une bière de fermentation haute.		
Cette bière est de couleur blonde. Au nez, elle est plutôt faible en intensité. Au goût, je la trouve fade et peu alcoolisée. J'en déduis que c'est une bière de fermentation basse.		
Je reconnais cette bière. Je me souviens l'avoir déjà goûtée au cours des séances précédentes. Je ne connais pas son nom mais je sais qu'il s'agit d'une bière de fermentation haute (ou basse).		
Cette bière est de couleur brune. Je ne lui trouve rien de particulier au nez et au goût. J'en déduis que c'est une bière de fermentation basse.		
Cette bière est assez fade en goût. J'en déduis que c'est une bière de fermentation basse.		
Cette bière est de couleur brune. J'en déduis que c'est une bière de fermentation basse.		
Cette bière a des arômes de caramel, miel, épices, café... J'en déduis que c'est une bière de fermentation haute.		
Cette bière est de couleur blonde. J'en déduis que c'est une bière de fermentation basse.		

	OUI, j'ai déjà utilisé cette procédure	NON, je n'ai jamais utilisé cette procédure
Cette bière a un goût de levure assez intense. J'en déduis que c'est une bière de fermentation haute.		
Cette bière a un arrière-goût persistant après déglutition. J'en déduis que c'est une bière de fermentation haute.		
Cette bière est de couleur blonde. Je ne lui trouve rien de particulier au nez et au goût. Je réponds au hasard.		
Cette bière est assez faible en alcool. J'en déduis que c'est une bière de fermentation basse.		
Cette bière a un goût de malt assez intense. J'en déduis que c'est une bière de fermentation haute.		
Cette bière est peu pétillante. J'en déduis que c'est une bière de fermentation basse.		
Cette bière est assez forte en alcool. J'en déduis que c'est une bière de fermentation haute.		
Cette bière est assez amère. J'en déduis que c'est une bière de fermentation basse.		
Cette bière est assez amère. J'en déduis que c'est une bière de fermentation haute.		
Cette bière a des arômes fruités (banane, pomme...). J'en déduis que c'est une bière de fermentation basse.		
Cette bière est de couleur blanche. J'en déduis que c'est une bière de fermentation basse.		
Cette bière a des arômes floraux (lilas...). J'en déduis que c'est une bière de fermentation basse.		
Cette bière a des arômes floraux (lilas...). J'en déduis que c'est une bière de fermentation haute.		
Je reconnais cette bière. Je connais son nom. Il s'agit de (nom de la bière). Je sais que c'est une bière de fermentation haute (ou basse).		
Cette bière est assez sucrée. J'en déduis que c'est une bière de fermentation haute.		
Cette bière est de couleur blonde. Au nez, elle est assez forte en intensité. Au goût, elle est plutôt forte et assez alcoolisée. J'en déduis que c'est une bière de fermentation haute.		
Cette bière est de couleur brune. Au nez, elle est plutôt faible en intensité. Au goût, je la trouve fade et peu alcoolisée. J'en déduis que c'est une bière de fermentation basse.		

## Annexe 8

### Instructions pour les épreuves du chapitre 4 (GEOGRAPHIE)

#### Instructions et feuille de réponse pour la première séance (T<sub>0</sub>) et la dernière séance (T<sub>final</sub>)

#### OPTION BIEROLOGIE Séance de dégustation n°1

Pour chacune des bières que vous allez déguster, vous devez décider s'il s'agit d'une bière originaire du **Royaume-Uni**, d'**Allemagne** ou de **Belgique** et préciser si vous êtes sûr(e) ou non de votre réponse (note de sûreté).

De l'eau et du pain sont à votre disposition pour vous rincer la bouche autant de fois que vous le désirez.

Avant de commencer, merci de vérifier que le code de la bière correspond bien à celui inscrit sur la feuille.

Veuillez indiquer si vous pensez qu'il s'agit bière anglaise, allemande ou belge ainsi que la note de sûreté.

Code échantillon	Origine de la bière	Note de sûreté (êtes-vous sûr ou non de votre réponse ?)
	<input type="checkbox"/> Royaume-Uni <input type="checkbox"/> Allemagne <input type="checkbox"/> Belgique	<input type="checkbox"/> Pas sûr <input type="checkbox"/> Sûr <input type="checkbox"/> Très sûr

Lorsque vous avez terminé, n'oubliez pas de le signaler à l'expérimentateur en appuyant sur le bouton de lumière rouge. Merci.

**Tableau de réponse pour les séances d'apprentissage (séances 2 à 10)**

Code	Origine de la bière			Note de sûreté			Description
	<input type="checkbox"/> Royaume-Uni	<input type="checkbox"/> Allemagne	<input type="checkbox"/> Belgique	<input type="checkbox"/> Pas sûr	<input type="checkbox"/> Sûr	<input type="checkbox"/> Très sûr	
	<input type="checkbox"/> Royaume-Uni	<input type="checkbox"/> Allemagne	<input type="checkbox"/> Belgique	<input type="checkbox"/> Pas sûr	<input type="checkbox"/> Sûr	<input type="checkbox"/> Très sûr	
	<input type="checkbox"/> Royaume-Uni	<input type="checkbox"/> Allemagne	<input type="checkbox"/> Belgique	<input type="checkbox"/> Pas sûr	<input type="checkbox"/> Sûr	<input type="checkbox"/> Très sûr	
	<input type="checkbox"/> Royaume-Uni	<input type="checkbox"/> Allemagne	<input type="checkbox"/> Belgique	<input type="checkbox"/> Pas sûr	<input type="checkbox"/> Sûr	<input type="checkbox"/> Très sûr	
	<input type="checkbox"/> Royaume-Uni	<input type="checkbox"/> Allemagne	<input type="checkbox"/> Belgique	<input type="checkbox"/> Pas sûr	<input type="checkbox"/> Sûr	<input type="checkbox"/> Très sûr	
	<input type="checkbox"/> Royaume-Uni	<input type="checkbox"/> Allemagne	<input type="checkbox"/> Belgique	<input type="checkbox"/> Pas sûr	<input type="checkbox"/> Sûr	<input type="checkbox"/> Très sûr	

## Questionnaire de fin de la dernière séance (T<sub>final</sub>)

**OPTION BRASSERIE ET METIERS DE LA BIÈRE**  
**Questionnaire**

Nous vous demandons maintenant de répondre à quelques questions concernant l'expérience sur les bières d'origines géographiques différentes.

**MAIS ATTENTION !** Il ne s'agit pas d'un questionnaire d'évaluation de vos connaissances. Vous ne serez en aucun cas notés sur les réponses que vous donnez.

Toutefois, les informations que vous fournissez sont très importantes pour l'expérience menée au cours de ces 10 séances de biérogologie. Elles permettront de compléter et de comprendre les résultats obtenus. Nous vous demandons donc de lire avec attention les questions qui suivent et de répondre à chacune d'entre elles dans l'ordre proposé. Merci.

### QUESTION 1.

Prenez le temps de vous remettre dans la situation de dégustation que vous venez de vivre...

A présent, essayez de vous rappeler **la dernière bière que vous avez goûtée**, comment elle était...

Pouvez-vous nous dire comment vous avez fait pour décider que **cette bière** était d'origine belge, allemande ou anglaise ?

### QUESTION 2.

Vous venez de nous dire comment vous avez fait pour décider que **la dernière bière que vous avez goûtée** était d'origine belge, allemande ou anglaise.

Avez-vous procédé de la même façon pour décider de l'origine géographique de **toutes les bières que vous avez goûtées** ?

Si vous n'avez pas procédé de la même façon, pouvez-vous décrire les autres cas de figures en vous appuyant sur des exemples concrets et précis ?

### QUESTION 3.

Pouvez-vous donner en quelques mots **votre définition** d'une bière d'origine belge, d'une bière d'origine allemande et d'une bière d'origine anglaise (d'un point de vue sensoriel) ?

**QUESTION 4.**

Avant que vous ne répondiez à ce questionnaire, nous avions imaginé différentes façons de procéder pour décider si une bière est d'origine belge, allemande ou anglaise.

Nous avons essayé de les traduire dans les énoncés que nous vous présentons ci-dessous.

Nous vous demandons de lire ces énoncés attentivement. **Pour chacun d'entre eux, nous vous demandons d'indiquer si OUI, vous avez déjà utilisé cette procédure pour décider de l'origine géographique d'une bière ou si NON, vous n'avez jamais utilisé cette procédure.**

Lorsque vous recevez le verre de bière, vous vous dites (cochez la case correspondante pour chaque énoncé proposé) :

	OUI, j'ai déjà utilisé cette procédure	NON, je n'ai jamais utilisé cette procédure
Je reconnais cette bière. Je me souviens l'avoir déjà goûtée au cours des séances précédentes. Je ne connais pas son nom mais je sais qu'il s'agit d'une bière belge (ou allemande, ou anglaise).		
Cette bière a un goût très torréfié et ressemble à du café. J'en déduis que c'est une bière anglaise.		
Cette bière est peu pétillante. J'en déduis que c'est une bière allemande.		
Cette bière est de couleur blonde. Au nez, elle est assez forte en intensité. Au goût, elle est plutôt forte et assez alcoolisée. J'en déduis que c'est une bière belge.		
Cette bière est de couleur brune. Je ne lui trouve rien de particulier au nez et au goût. J'en déduis que c'est une bière anglaise.		
Cette bière est assez forte en goût. J'en déduis que c'est une bière anglaise.		
Je reconnais cette bière. Je connais son nom. Il s'agit de (nom de la bière). Je sais que c'est une bière belge (ou allemande ou anglaise).		
Cette bière est de couleur ambrée. J'en déduis que c'est une bière anglaise.		
Cette bière est de couleur brune. J'en déduis que c'est une bière belge.		
Cette bière a des arômes floraux (fls...). J'en déduis que c'est une bière belge.		
Cette bière est de couleur blonde. Je ne lui trouve rien de particulier au nez et au goût. Je réponds au hasard.		

	OUI, j'ai déjà utilisé cette procédure	NON, je n'ai jamais utilisé cette procédure
Cette bière est assez faible en alcool. J'en déduis que c'est une bière anglaise.		
Cette bière est assez forte en alcool. J'en déduis que c'est une bière belge.		
Cette bière a des arômes de caramel, miel, épices, .... J'en déduis que c'est une bière belge.		
Cette bière est assez amère. Je réponds au hasard.		
Cette bière est de couleur brune. Au nez, elle est assez forte en intensité. Au goût, elle est plutôt forte et assez alcoolisée. J'en déduis que c'est une bière belge.		
Cette bière est de couleur ambrée. Je réponds au hasard.		
Cette bière est assez sucrée. J'en déduis que c'est une bière anglaise.		
Cette bière est assez forte en alcool. J'en déduis que c'est une bière belge.		
Cette bière est de couleur blonde. J'en déduis que c'est une bière anglaise.		
Cette bière est de couleur brune. J'en déduis que c'est une bière anglaise.		
Cette bière est de couleur blonde. J'en déduis que c'est une bière allemande.		
Cette bière est de couleur blonde. Au nez, elle est plutôt faible en intensité. Au goût, je la trouve fade et peu alcoolisée. Je réponds au hasard.		
Cette bière est de couleur brune. Je ne lui trouve rien de particulier au nez et au goût. Je réponds au hasard.		
Cette bière est assez forte en alcool. J'en déduis que c'est une bière anglaise.		
Cette bière est de couleur blonde. Je ne lui trouve rien de particulier au nez et au goût. J'en déduis que c'est une bière allemande.		
Cette bière est de couleur blonde. Je ne lui trouve rien de particulier au nez et au goût. J'en déduis que c'est une bière allemande.		
Cette bière est assez fade en goût. J'en déduis que c'est une bière allemande.		

	OUI, j'ai déjà utilisé cette procédure	NON, je n'ai jamais utilisé cette procédure
Cette bière est assez forte en goût. J'en déduis que c'est une bière belge.		
Cette bière est de couleur blonde. Je sais que les bières blondes peuvent être belges, allemandes ou anglaises. Je réponds au hasard.		
Cette bière est assez faible en alcool. J'en déduis que c'est une bière allemande.		
Cette bière est plutôt lourde (dense). J'en déduis que c'est une bière belge.		
Cette bière est assez faible en alcool. J'en déduis que c'est une bière allemande.		
Cette bière est de couleur ambrée. J'en déduis que c'est une bière belge.		
Cette bière est de couleur blonde. J'en déduis que c'est une bière belge.		
Cette bière est assez sucrée. J'en déduis que c'est une bière belge.		
Cette bière est assez forte en alcool. J'en déduis que c'est une bière anglaise.		
Cette bière est de couleur brune très foncée (comme la couleur du café). J'en déduis que c'est une bière anglaise.		
Cette bière est de couleur blonde. Au nez, elle est plutôt faible en intensité. Au goût, je la trouve fade et peu alcoolisée. J'en déduis que c'est une bière allemande.		
Cette bière est plutôt lourde (dense). J'en déduis que c'est une bière anglaise.		
Cette bière a des arômes fruités (banane, pomme...). J'en déduis que c'est une bière belge.		
Cette bière est de couleur brune. Je sais que les bières brunes peuvent être belges, allemandes ou anglaises. Je réponds au hasard.		
Cette bière est assez faible en alcool. J'en déduis que c'est une bière anglaise.		
Cette bière a des arômes de caramel, miel, épices, .... J'en déduis que c'est une bière anglaise.		

## Annexe 9

---

### Valorisation des travaux de thèse

#### Articles

Lelièvre, M., Chollet, S., Abdi, H. et Valentin, D. (2008). What is the validity of the sorting task for describing beers? A study using trained and untrained assessors. *Food Quality and Preference*, 19(8), 697-703.

Lelièvre, M., Chollet, S., Abdi, H. et Valentin, D. (2009). Beer experts and novices rely more on vision than on taste when they categorize beers. *Chemosensory Perception*, 2(3) : 143-153.

#### Posters

Lelièvre, M., Chollet, S. & Valentin, D. (2009). Beer categorization: A new way to understand beer expertise. 32<sup>nd</sup> EBC Congress, 10-14 May 2009, Hamburg, Allemagne.

Lelièvre, M., Chollet, S. & Valentin, D. (2009). Is it possible to learn beer sensory categories? 8<sup>th</sup> Pangborn Sensory Science Symposium, 26-30 juillet 2009, Florence, Italie.

Chollet, S. ; Lelièvre-Desmas, M. & Valentin, D. (2009). The sorting task : Another method to obtain beer sensory descriptions? 32<sup>nd</sup> EBC Congress, 10-14 mai 2009, Hamburg, Allemagne.

Chollet, S. ; Lelièvre-Desmas, M. & Valentin, D. (2009). What are consumers able to perform in beer tasting? SPISE 2009, 7-9 août 2009, Ho Chi Min, Vietnam.



## What is the validity of the sorting task for describing beers? A study using trained and untrained assessors

Maud Lelièvre<sup>a,b,\*</sup>, Sylvie Chollet<sup>a</sup>, Hervé Abdi<sup>c</sup>, Dominique Valentin<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Institut Supérieur d'Agriculture, 48 Boulevard Vauban, 59046 Lille Cedex, France

<sup>b</sup> UMR CSG 5170 CNRS, Inra, Université de Bourgogne, 21000 Dijon, France

<sup>c</sup> The University of Texas at Dallas, Richardson, TX 75083-0688, United States

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received 30 August 2007

Received in revised form 9 May 2008

Accepted 9 May 2008

Available online 15 May 2008

#### Keywords:

Sorting task

Description

Experts

Consumers

Beer

DISTATIS

Matching task

### ABSTRACT

In the sensory evaluation literature, it has been suggested that sorting tasks followed by a description of the groups of products can be used by consumers to describe products, but a closer look at this literature suggests that this claim needs to be evaluated. In this paper, we proposed to examine the validity of the sorting task to describe products by trained and untrained assessors. The experiment reported here consisted in two parts. In a first part, participants sorted nine commercial beers and then described each group with their own words or with a list of terms. In a second part, participants were asked to match each beer with one of their own sets of descriptors. The matching task was used to evaluate the validity of the sorting task to describe products. Results showed that (1) the categories of trained and untrained assessors were comparable, (2) trained and untrained assessors did not describe groups of beers similarly, (3) for both groups, the results of matching task were not very good and presented a high inter-variability, and (4) providing a list of terms did not seem to help the assessors. Overall, the results suggest that the sorting task followed by a description does not seem to be adapted for a precise and reliable description of complex products such as beers but may be an interesting tool to probe assessors' perception.

© 2008 Elsevier Ltd. All rights reserved.

### 1. Introduction

The sorting task is a simple procedure for collecting similarity data in which participants group together stimuli based on their perceived similarities. It is based on categorization which is a natural cognitive process routinely used in everyday life, and it does not require a quantitative response. This method has been routinely used by psychologists since the 1970s (e.g., Coxon, 1999; Healy & Miller, 1970). In the sensory domain, sorting tasks were first used to investigate the perceptual structure of odors (Chrea et al., 2005; Lawless, 1989; Lawless & Glatter, 1990; MacRae, Rawcliffe, Howgate, & Geelhoed, 1992; Stevens & O'Connell, 1996). Lawless, Sheng, and Knoops (1995) were the first to use a sorting task with a food product (cheese). Today, a large variety of products (food or non food) have been studied with this method (see Abdi, Valentin, Chollet, & Chrea, 2007, for a review). Results of sorting tasks are generally analyzed using multidimensional scaling (MDS) or variation of this method (e.g., distatis, Abdi et al., 2007), or sometimes with additive trees (Abdi, 1990; Corter, 1996). Generally, authors using the sorting task report that it is

an easy and rapid method for obtaining perceptual maps of a large set of products, even with untrained participants.

Some authors proposed to go one step further by adding a description phase to the sorting task in order to describe the products (Blancher et al., 2007; Cartier et al., 2006; Faye et al., 2004; Faye et al., 2006; Lawless et al., 1995; Lim & Lawless, 2005; Saint-Eve, Paçi Kora, & Martin, 2004; Tang & Heymann, 1999). So after they have sorted their products, participants are asked to describe each group with words, which are then projected onto the perceptual map of the products. Using this procedure Faye et al. (2004) studied the visual description of plastic pieces and compared the results of a free sorting task with description performed by consumers to a sensory profile performed by experts. These authors found that the conclusions reached with these two methods were quite similar for the product configurations and the words used to describe the products. Likewise, Faye et al. (2006) showed that the MDS positioning of leather samples obtained from a sorting task with description performed by consumers on visual and tactile characteristics was comparable to the sensory profile of experts. Moreover, these authors found that consumers and experts were providing related descriptions. However, these two studies involved non-food products and their results might not generalize to food products. In fact, the authors suggest that their results were specific to the case of visual and tactile senses and that their samples were easy to differentiate. In the

\* Corresponding author. Address: Institut Supérieur d'Agriculture, 48 Boulevard Vauban, 59046 Lille Cedex, France. Tel.: +33 3 28 38 48 01; fax: +33 3 28 38 48 47.  
E-mail addresses: [m.lelievre@isa-lille.fr](mailto:m.lelievre@isa-lille.fr), [lelievremaud@yahoo.fr](mailto:lelievremaud@yahoo.fr) (M. Lelièvre).

food domain, the most recent study comparing a sorting task and a descriptive analysis method is reported in [Blancher et al. \(2007\)](#). In this study, a conventional profile of visual appearance and texture of jellies was compared to a sorting task with description and a Flash profile which combined the free choice profiling and a comparative evaluation of all the products ([Dairou & Sieffermann, 2002](#); [Delarue & Sieffermann, 2004](#)). The authors found that the Flash profile and the sorting task provided sensory maps similar to those of conventional profile for both a French and a Vietnamese panels but that the configurations obtained with the conventional profile were more similar to the configurations obtained with the Flash profile than to those obtained with the sorting task. Another recent paper from [Cartier et al. \(2006\)](#) showed similar results between a quantitative descriptive analysis and a sorting task with description on breakfast cereals. In this work, trained assessors performed a quantitative descriptive analysis on a set of 14 commercial breakfast cereals by rating 22 attributes of texture and flavor. Then, the same trained assessors and a group of untrained assessors performed a sorting task on the same set of breakfast cereals followed by a description of their groups of products. The authors found that products were grouped similarly in the MDS configurations derived from the sorting task and in the principal component analysis configurations derived from the sensory profile. Products were described with more terms in the sensory profile than in the sorting task and even though many terms were common to both methods, the descriptions of the groups of products were not exactly the same, especially for untrained assessors. The authors concluded that the sorting task associated with a description is a time-effective alternative to the quantitative descriptive analysis because the sorting task can provide a rough description of a large set of products. Nevertheless, some critical points emerge from a careful reading of the literature.

Several works comparing trained and untrained assessors on categorization tasks reveal that the untrained assessors' descriptions are not always comparable to the experts' descriptions. Actually, many authors report that trained assessors tend to be more efficient in their description than untrained assessors. For example [Soufflet, Calonnier, and Dacremont \(2004\)](#) found that experts showed better abilities than untrained assessors in verbalizing their haptic perceptions of fabrics. In the food domain, [Lawless et al. \(1995\)](#) found that several attributes used to describe groups of cheeses were significant when regressed through the MDS space but that cheese expert assessors had a larger number of significant attributes. [Saint-Eve et al. \(2004\)](#)—writing about yoghourts—as well as [Lim and Lawless \(2005\)](#)—writing about taste solutions—found that some consensus in description was possible but all these authors also showed that untrained assessors did not agree on the verbal labeling of the groups of products and that several of their terms were idiosyncratic. Along the same line, [Piombino, Nicklaus, Le Fur, Moio, and Le Quéré \(2004\)](#) underlined the heterogeneity of the criteria used by assessors to characterize their groups of wines. The authors explained that among other reasons, this heterogeneity could be linked to a lack of training in the identification and description of odors. Moreover, it has been already shown with other sensory methods, such as matching or description tasks, that the attributes generated by consumers are more ambiguous, redundant and less specific than the attributes generated by trained assessors ([Chollet & Valentin, 2001](#); [Chollet & Valentin, 2006](#); [Chollet, Valentin, & Abdi, 2005](#); [Clapperton & Piggott, 1979](#); [Gains & Thomson, 1990](#); [Guerrero, Gou, & Arnau, 1997](#); [Sokolow, 1998](#); [Solomon, 1990](#)).

Another aspect never addressed in the literature is the difficulty to analyze the vocabulary used by assessors—especially consumers—to describe their groups of products. In fact, in all the studies using a sorting task, the number of terms quoted by the assessors was very large and the descriptions varied a lot from one untrained

assessor to the other. Moreover, assessors spontaneously qualified their attributes with some various quantitative terms such as “very,” “many,” “slightly,” etc. So it is often necessary to preprocess the attributes before projecting them onto the MDS maps by categorizing similar terms, eliminating hedonic and idiosyncratic terms and keeping only terms cited by more than a few assessors ([Cartier et al., 2006](#); [Faye et al., 2004](#); [Faye et al., 2006](#); [Soufflet et al., 2004](#)). This preprocessing requires time and can lead to a loss of information because it depends upon the subjectivity of the sensory analyst.

In the literature, the sorting task associated with a description performed by untrained assessors is presented as an interesting descriptive tool but is this method really valid for describing products? In order to be used for different industrial applications, the information from product descriptions has to be clearly interpretable and valid. If a description reflects the sensory properties of a given product then this product should be matched to this description. In this study, we were interested in examining the validity of the product descriptions obtained via a sorting task associated with a description. Trained and untrained assessors performed a sorting task with description followed by a matching task on nine commercial beers. The technique of matching has been already used by several authors, especially in wine domain, to evaluate expert descriptions. [Lehrer \(1975\)](#), followed by [Lawless \(1984\)](#) reported that experts were not really better in matching descriptions than untrained assessors. In contrast, [Solomon \(1990\)](#) found that experts clearly outperformed untrained assessors whereas [Gawel \(1997\)](#) showed that untrained experienced assessors were able to outperform trained experienced assessors when they matched consensual expert descriptions. In beer domain, [Chollet and Valentin \(2001\)](#) found that trained and untrained assessors performed the matching task equally well, even if trained assessors were better on supplemented beers and untrained ones on commercial beers. In this study, the matching task was used to test the validity of the sorting task to describe beers as it was already done for the quantitative descriptive profile ([O'Neill et al., 2003](#); [Sauvageot & Fuentès, 2000](#)). The validity of the sorting task was studied in a condition where assessors freely described their groups and in a condition where assessors had to choose their terms from a list ([Hughson & Boakes, 2002](#); [Lawless, 1988](#)). By using these two conditions, we wanted to test if the use of a list of terms could help assessors, especially untrained assessors, to provide more relevant descriptions of beers.

**Table 1**

List of the 44 terms used for the second condition (from [Meilgaard et al., 1979](#))

1. Alcoholic	23. Sulfidic
2. Solvent like	24. Cooked vegetable
3. Estery	25. Yeast
4. Fruity	26. Stale
5. Acetaldehyde	27. Catty
6. Floral	28. Papery
7. Hoppy	29. Leathery
8. Resinous	30. Moldy
9. Nutty	31. Acidic
10. Grassy	32. Acetic
11. Grainy	33. Sour
12. Malty	34. Sweet
13. Worty	35. Salty
14. Caramel	36. Bitter
15. Burnt	37. Alkaline
16. Phenolic	38. Mouthcoating
17. Fatty acid	39. Metallic
18. Diacetyl	40. Astringent
19. Rancid	41. Powdery
20. Oily	42. Carbonation
21. Sulfury	43. Warming
22. Sulfitic	44. Body

## 2. Material and methods

### 2.1. Assessors

#### 2.1.1. Trained assessors

Thirteen assessors (5 women and 7 men) aged between 25 and 53 years (mean age = 34.9 years, SD = 9.2 years) participated. Assessors were staff members from the Catholic University of Lille (France). They had been trained one hour per week for two to five years (depending on the assessors, mean = 3.4 years, SD = 1.6 years) to detect and identify flavors (almond, banana, butter, caramel, cabbage, cheese, lilac, metallic, honey, bread, cardboard, phenol, apple, and sulfite) added in beer and to evaluate, using a non-structured linear scale, the intensity of general compounds (bitterness, astringency, sweetness, alcohol, hop, malt, fruity, floral, spicy, sparklingness, and lingering).

#### 2.1.2. Untrained assessors

Two different groups of untrained assessors who were students and staff members of the University of Bourgogne (France) participated. Group A consisted of 19 assessors (6 women and 13 men) aged between 22 to 56 years (mean age = 26.6 years, SD = 8.0 years). Group B consisted in 18 assessors (19 women and 9 men) aged between 21 and 31 years (mean age = 24.6 years, SD = 2.4 years). They were beer consumers but did not have any formal training or experience in the description of beers.

### 2.2. Products

Nine different commercial beers were evaluated (denoted PelfBL, PelfA, PelfBR, ChtiBL, ChtiA, ChtiBR, LeffBL, LeffA and LeffBR). These beers came from three different breweries: *Pelforth* (noted Pelf), *Chti* (Chti) and *Leffe* (Leff) and each brewery provided three types of beer: blond (BL), amber (A) and dark (BR). All beers were presented in three-digit coded black plastic tumblers and served at 10 °C.

### 2.3. Experiment

Subjects took part individually in the experiment in a single session. The experiment was conducted in separate booths lighted with a neon lighting of 18 W with a red filter darkened with black tissue paper to mask the color differences between beers. Mineral water and bread were available for assessors to rinse between samples. Assessors could spit out beers if they wanted.

The experiment consisted in two parts. The first one was a sorting task and the second a matching task. These two parts are explained below.

*Part 1. Sorting task with description:* The assessors received the entire set of beers. The order of presentation of the samples was performed according to a Latin Square. Panelists were first required to smell and taste each sample once in the proposed order. Afterward, they were allowed to smell and taste samples as many times as they wanted and in any order. No criterion was provided to perform the sorting task. Assessors were free to make as many groups as they wanted and to put as many beers as they wanted in each group. They were allowed to take as much time as they wanted. After they had finished their sorting task, the assessors were asked to describe each group of beers with some words according to two conditions. In the first condition, assessors were free to use their own words. In the second condition, assessors had to choose their words from a list of 44 terms which were extracted from the Flavor Wheel of the International Terminology System for Beer (Meilgaard, Dalglish, & Clapperton, 1979) (see Table 1).

Because we had only one group of trained assessors, we used a within-subject design (all trained assessors performed the experiment in the two conditions without and with the list of terms) whereas for untrained assessors, we used a between-subject design (group A performed the task in the condition without the list and group B in the condition with the list). In both conditions (without and with the list), assessors were told to use no more than five words per group of beers and to indicate the *intensity* of the descriptors using a four-point scale labeled: “not,” “a little,” “medium” and “very.” Assessors did not know that they would have to describe their beer groups when they performed the sorting task. Also, they could not change the beer groups they had just made.

*Part 2. Matching task:* After a 20-min break, assessors received the nine beers again and were provided with the sets of terms they had just used to describe their beer groups. They were not informed that the beers were the same that the ones used for the sorting task. They were asked to match each beer with a set of terms. The instructions indicated that one beer could be associated with only one set of descriptive terms and that assessors were not obliged to use all the sets of terms (some sets of terms could be associated with no beer). When they performed the sorting task, assessors did not know that they would have to match their descriptions later on.

### 2.4. Data analysis

#### 2.4.1. Sensory map of the products

For each assessor, the results of the sorting task were encoded in an individual distance matrix where the rows and the columns are beers and where a value of 0 between a row and a column indicated that the assessor put the beers together, whereas a value of 1 indicated that the beers were not put together. For each group of assessors (trained and untrained group A and B) and each condition (without and with the list), the individual distance matrices obtained from the sorting data were analyzed by using Distatis (Abdi, Valentin, O’Toole, & Edelman, 2005; Abdi et al., 2007). This method is a generalization of classical multidimensional scaling. Distatis takes into account individual sorting data and it provides a compromise map for the products which is a MDS-like map. This product map is obtained from a principal component analysis performed on the distatis compromise cross-products matrix which is a weighted average of the cross-products matrices associated with the individual distance matrices derived from the sorting data (Abdi et al., 2007). In this map, the proximity between two points reflects their similarity. We also computed  $R_v$  coefficients between trained and untrained assessors’ configurations in the two conditions with and without list. The  $R_v$  coefficient measures the similarity between two configurations and can be interpreted in a manner analogous to a squared correlation coefficient (Abdi, 2007).

#### 2.4.2. Analysis of the vocabulary

Each assessor described each group of beers with words. For each assessor, the terms given for a group of products were associated to each beer of the group. We assumed that all the beers belonging to the same group were described by the terms in the same way. We began by regrouping the synonyms. Then we converted each intensity word into a score in order to obtain an intensity score for each term quoted to describe the groups of beers: “not” = 0, “a little” = 1, “medium” = 2 and “very” = 3. Then, in order to analyze the vocabulary used by trained and untrained assessors, we computed the geometric mean for each quoted term and each beer for trained and untrained assessors as described in Draviéks (1982)

$$M = \sqrt{F \times I}$$

where  $F$  is the frequency of quotation of each term and is calculated by dividing the number of times when the term was quoted with an intensity different from zero by the maximum number of quotations for a term (number of assessors);  $I$  is the intensity for each quoted term and is computed as the sum of the intensities for the term divided by the maximal intensity for a term (number of assessors by maximum score for a term). The geometric mean is expressed as a percentage. Only terms having a geometric mean higher or equal to 20% for at least one product were considered. The geometric means of these terms were then projected onto the compromise spaces for trained and untrained assessors in the two conditions (without and with the list), according to the method described in Abdi et al. (2007).

#### 2.4.3. Evaluation of the validity of the vocabulary

To study the validity of the vocabulary used by trained and untrained assessors to describe their groups of beers, we examined the results of the matching task. We assumed that if assessors were able to make the same groups of beers from their descriptions as they did during the sorting task, then the terms they used to describe their groups of beers were valid. We computed the number of correct matches, which corresponds to the number of times a beer was matched with the right description written during the sorting task. For convenience, the results are expressed as the percentage of correct matches. We computed Student  $t$ -tests between the means of the percentages of correct matches for the assessors and the means of the percentages of correct matches expected by chance. The percentage of correct matches to be expected by chance was different for each assessor because the number of descriptions differed from one assessor to another, depending on the number of sorting groups. This percentage for an assessor was computed as:  $(1/\text{number of descriptions of the assessor}) \times 100$ . In order to study the effect of training (trained/untrained) and the use of a list of terms (without/with the list) on the validity of the vocabulary, Student  $t$ -tests were also performed on the means of the percentages of correct matches. Differences are considered significant at  $\alpha = 0.05$  level.

### 3. Results

Fig. 1 shows the compromise maps obtained for trained and untrained assessors' sorting results. Terms (only the ones with a geometric mean higher or equal to 20%) are plotted onto these maps for the two conditions without and with the list.

#### 3.1. How did trained and untrained assessors categorize beers?

As shown in Fig. 1, on the whole, trained and untrained assessors categorized the nine beers in the same way. These observations were confirmed by the large values of  $R_v$  coefficients computed between trained and untrained assessors' configurations which were significant for the two conditions without ( $R_v = 0.71$ ,  $p < 0.05$ ) and with the list of terms ( $R_v = 0.65$ ,  $p < 0.05$ ). There is a clear separation of the beers into breweries. The three Chti beers are opposed to the three Leffe beers on the first dimension which explained 44% of the total variance. The three Pelforth beers are a little less well clustered. They are spread between the Chti and the Leffe beers on the first axis. They are opposed to the Chti and Leffe beers on the second dimension for untrained assessors and are more mixed with the two other breweries for trained assessors. However these differences between trained and untrained assessors for the Pelforth beers should be interpreted with caution since axis 2 only explains a relatively small amount of total variance (12% for trained and 9% for untrained assessors).

#### 3.2. How did trained and untrained assessors describe the groups of beers?

##### 3.2.1. Expertise level effect

Without any list of terms, we clearly observe a larger number of descriptors with a geometric mean above 20% for trained assessors: there were only three terms out of 54 with a geometric mean higher than 20% for untrained assessors, while there were eight out of 35 for trained assessors. The terms *fruity* and *bitter* were common to the descriptions of the two groups of assessors but only *bitter* was used to describe the same beers (Leffe beers). Globally, the descriptions of the groups of beers were different for trained and untrained assessors without the list. In the condition with the list, the number of descriptors was quite similar for trained (10 terms out of 27) and untrained assessors (9 terms out of 34) and seven terms were common to their descriptions (*malty*, *sweet*, *burnt*, *bitter*, *caramel*, *alcoholic* and *fruity*). Only *bitter* (for the three Leffe beers) and *fruity* (for LeffBL) were used to describe the same beers for the two groups of assessors.

##### 3.2.2. List effect

If we compare the two conditions without and with the list for trained assessors, we find some common points: the terms *alcohol*, *sweet*, *bitter*, *caramel*, *floral* and *fruity* were common to both descriptions. In the two conditions, trained assessors described Leffe beers as *sweet*, *fruity*, *bitter* and *caramel*. However, we can note some differences. For example, trained assessors characterized ChtiBL with the term *butter* only in the condition without the list. Also, they described PelfA with *floral* without the list and with *astringent* and *alcohol* with the list. Along the same line, ChtiBR was characterized using the attribute *coffee* without the list and as *metallic* and *malt* with the list. Concerning untrained assessors, we observe that they used many more terms with the list than without the list. For example with the list, they described beers with terms such as *hop*, *malt*, *caramel*, *alcoholic*, *burnt*, *sweet*, or *smooth*. Two terms were common to the two descriptions without and with the list: *bitter* and *fruity*, but only *bitter* characterized the same beers in the two conditions (Leffe beers). Moreover, a more detailed analysis of the raw data shows that the terms *hop* and *malt* were used by untrained assessors to describe all of the nine beers whereas trained assessors never used *hop* to describe the beers and *malt* was only used for ChtiBL.

##### 3.2.3. Quantitative terms

We examined how trained and untrained assessors used the four quantitative words: "not", "a little", "medium" and "very". We found that trained assessors used the words "very" twice as often as "a little." In contrast, untrained assessors used the three terms "a little", "medium" and "very" in a similar way. Moreover, untrained assessors used the word "not" to characterize their descriptors more frequently (20 times) than trained assessors (5 times) did ( $\chi^2 = 9$ , d.f. = 1,  $p < 0.01$ ).

#### 3.3. What is the validity of the terms used by trained and untrained assessors?

Student  $t$ -tests showed that the results of trained assessors were significantly better than chance when assessors matched their descriptions for the two conditions (Average (without the list) = 54.7%,  $t(12) = 2.82$ ,  $p < 0.01$ ; Average (with the list) = 59.0%,  $t(12) = 4.39$ ,  $p < 0.001$ ), as well as the results of untrained assessors (Average (without the list, group A) = 50.9%,  $t(18) = 4.49$ ,  $p < 0.001$ ; Average (with the list, group B) = 48.1%,  $t(17) = 4.10$ ,  $p < 0.001$ ).

Student  $t$ -tests did not detect a difference between the two conditions without and with the list for trained assessors ( $t(12) = 0.50$ , ns), and for untrained assessors ( $t(35) = 0.36$ , ns). In the same way,

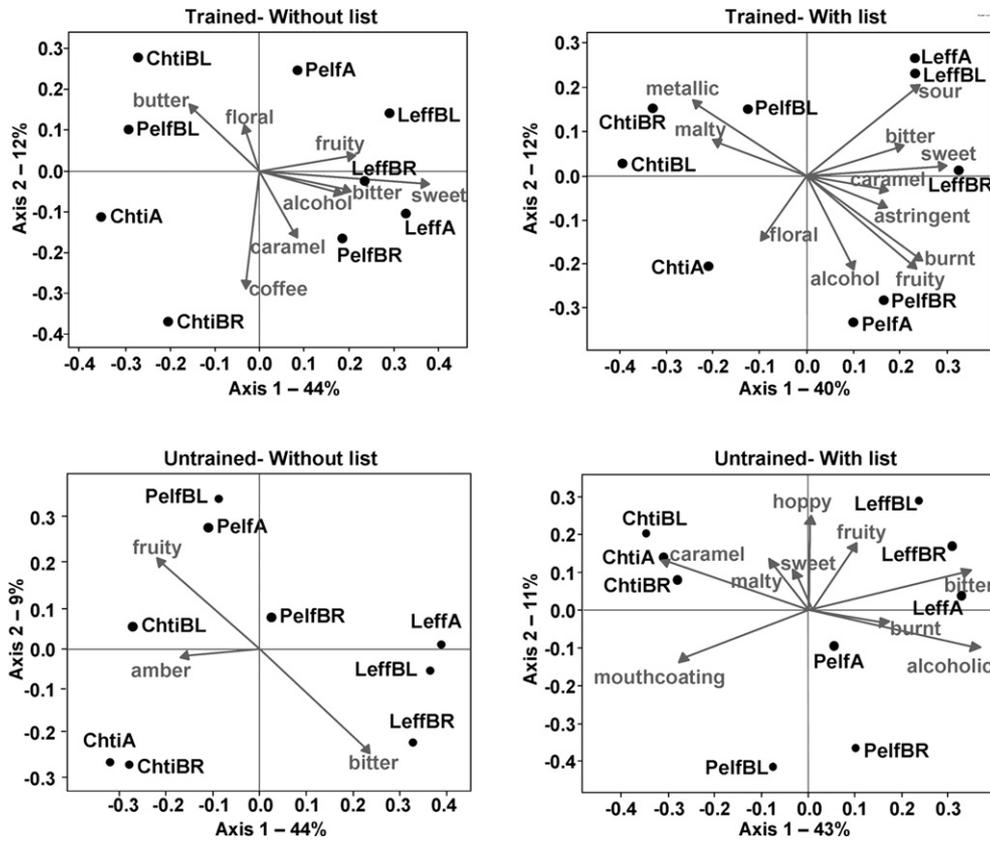


Fig. 1. Two dimensional compromise maps for trained assessors (top panel) and untrained assessors (bottom panel) for their sorting tasks followed by descriptions without the list (on the left) and with the list (on the right). The geometric means of each term are plotted onto the compromise spaces.

there was no statistically significant difference between the two groups of assessors in the condition without the list ( $t(30) = 0.36$ , ns) as well as in the condition with the list ( $t(29) = 1.28$ , ns). So there was no statistically significant difference on the validity of the vocabulary neither between trained and untrained assessors nor between the two conditions (without/with the list). However, this failure to show any significant effect can be explained by the large inter-individual variability of the results.

Fig. 2 shows the box plot of the distributions of the percentage of correct matches for trained and untrained assessors in the two conditions (without and with the list). The box extends from the first to the third quartile, the line across the box represents the median, the plus sign represents the mean value and the ends of the lines extending from the box ("whiskers") indicate the maximum and the minimum data values, unless outliers are present

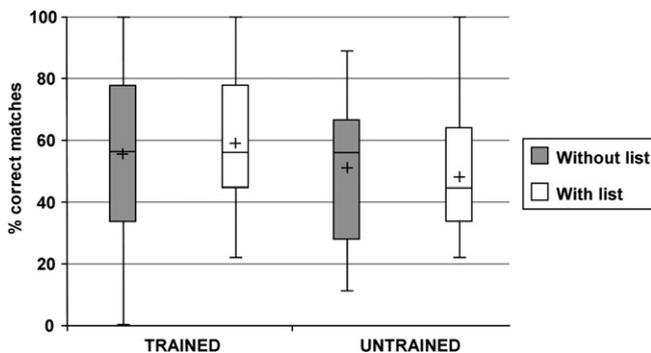


Fig. 2. Box plot of percentage of correct matches distributions calculated for trained and untrained assessors in the two conditions without (black boxes) and with the list (white boxes), for the matching task.

in which case the whiskers extend to a maximum of 1.5 times the inter-quartile range (i.e. length of the box). In our case, the whiskers represent the extreme values. We can see a high inter-individual variability especially for trained assessors in the condition without the list. A finer grained analysis of the raw data shows that three trained assessors perfectly succeeded in the matching task (percentage of correct matches = 100%) and two trained assessors did not succeed at all in associating the beers with their descriptions (percentage of correct matches = 0%).

#### 4. Discussion

In recent years, using sorting tasks associated with a description with consumers has started to become a popular way of describing food and non-food products. This approach proved to be useful to obtain a coarse description of products (Blancher et al., 2007; Cartier et al., 2006; Faye et al., 2004; Faye et al., 2006; Saint-Eve et al., 2004; Tang & Heymann, 1999) but can it be considered as a plausible alternative to conventional profiling? The information conveyed by products descriptions has numerous applications in product development, quality control or consumer preference understanding. Thus, because of these important and widespread applications, the information conveyed by products descriptions needs to be clearly interpretable, reliable and valid. To this extent, a product description should convey the sensory properties of the product it represents in such a way that a product can be matched to its corresponding description. In this study, we examined if product descriptions obtained via a sorting task associated with a description could match this requirement. We compared the performance of trained and untrained assessors in two description conditions (without and with a list of terms).

#### 4.1. Are trained and untrained assessors comparable?

To address this question, we compared trained and untrained assessors descriptions. In the condition without list, we found that the descriptions of the groups of beers were rather different for both groups of assessors. This result does not replicate Cartier et al. (2006) study which found that the descriptions of groups of breakfast cereals were almost similar between trained and untrained assessors. We observed that there were many more terms quoted by untrained assessors (54 terms) than by trained assessors (35 terms). But when selecting only terms with a geometric mean above 20%, only three terms for untrained assessors and eight terms for trained assessors were kept. This result reflects the lack of consensus in both the choice of the terms and in perceived intensity, especially for untrained assessors. The greater lack of agreement among untrained assessors in comparison to the trained assessors is not very surprising. Indeed, training involves the development of a common lexicon with standard physical references allowing an alignment and a standardization of the sensory concepts of the panelists (Ishii & O'Mahony, 1990). The importance of training in reaching a consensus is illustrated by the fact that seven out of the eight terms of trained assessors were attributes belonging to the profile list of attributes used for their training. For example, a trained assessor described the three Leffe beers in this way: "very sweet, very alcohol, medium hop, medium bitter," whereas an untrained assessor described these same beers with: "medium exotic feel, medium spicy sensation, medium grapping taste (goût pronant)." This difference between the descriptors used by trained and untrained assessors can be explained by the training of trained assessors which allows them to possess a specific and precise vocabulary. Finally we found that trained and untrained assessors used the four intensity words differently. Contrary to untrained assessors who used the three expressions "a little," "medium," and "very" in the same way, we observed that trained assessors used "very" twice as often as "a little." We also noticed that untrained assessors used the word "not" frequently, while trained assessors hardly used it. So it seems that trained assessors tend to describe their groups of beers with distinctive characteristics (i.e., characteristics with a high intensity) whereas untrained assessors do not use particular characteristics to describe their groups of beers. These observations highlight the interest of using intensity scores to quantify attributes. These quantitative words bring additional information to the descriptions and we think that it is important to impose their use to the assessors.

The comparison between trained and untrained assessors' descriptions confirmed the conclusions of several authors that trained assessors used more specific terms, especially terms learned during training (Chollet & Valentin, 2001; Chollet et al., 2005; Clapperton & Piggott, 1979). We expected this high specificity of trained assessors' vocabulary to lead to a better matching performance than that of untrained assessors. Yet, contrary to previous work (Gawel, 1997; Lawless, 1984; Solomon, 1990) we did not find any difference in matching performance between the two groups of assessors. Both trained and untrained assessors were above chance level but their performance levels were not very high (54.7% of correct matches for trained assessors and 50.9% for untrained ones). The overall low performance of trained assessors, however, might be due to the high inter-individual variability. Indeed, while three trained assessors performed perfectly, two others were below chance level. A plausible explanation for this high variability is the difference in years of training of the panelists. Indeed, the panelists with 100% of correct matches were among the panelists who had the longest training. Yet correlation coefficient computed between the percentage of correct matches and the years of training shows that it is not the only explanation ( $r = .61$ ,  $r^2 = 0.37$ ,  $p < .05$ ). The fact that some trained assessors with

four or five years of training succeeded in the matching task whereas others had poor results may suggest that some trained assessors are better than others to generalize their knowledge to a new task. It has been already showed that trained assessors were not able to generalize their perceptual knowledge to new beers (Chollet et al., 2005). The same problem could exist with new tasks and this might be related to the duration of training.

#### 4.2. Is providing a list helpful?

We found that the descriptions of the beers were different when assessors had a list of terms and when they did not have such a list, especially for untrained assessors. For untrained assessors, we observed a larger number of descriptors with a geometric mean above 20% with the list than without the list. This suggests that having a list of terms can be helpful for untrained assessors. But a deeper look at the descriptions with the list shows that, for example, untrained assessors used *hop* and *malt* to describe almost all the beers. It is probable that the list given to untrained assessors influenced their descriptions. The untrained assessors probably knew that *hop* and *malt* are terms associated with the brewing process and so they used it but without knowing exactly what these terms mean. We assume that the descriptions containing these words *hop* and *malt* did not allow them correct matches. For trained assessors, the number of descriptors with a geometric mean above 20% was quite similar between the two conditions. Moreover, the results of the matching task were not better with the list than without the list for both trained and untrained assessors.

The efficiency of the list in this study can be put in perspective with the results of Hughson and Boakes (2002). In this study, assessors had to describe five white wines according to three conditions: without any list of terms, with a long list of terms (125 terms) and with five short lists of terms (14 terms in each list corresponding to each wine). Then, they had to match their own descriptions to the wines. Matching performance was better in the short-list condition (40% of correct matches) than in the long-list condition (27% of correct matches) and in the control condition without any list (16% of correct matches). Moreover, only results in the short-list condition were above chance. So we can wonder why our list did not help assessors to improve their scores of matching too. One reason could be that our list of terms was too long (44 terms) compared to the one of Hughson and Boakes (14 terms) to help assessors to effectively describe the beers. In the case of trained assessors, another reason could be that the terms provided were different from the terms used in training. This hypothesis is supported by the fact that trained assessors described ChtiBL as *butter* in the condition without the list but did not in the condition with the list. Interestingly, in Meilgaard's list, *butter* is replaced by *diacetyl*, which is associated with the butter flavor and so trained assessors did not seem to know the term *diacetyl*. This remark highlights the importance of using a common descriptive vocabulary. Some authors such as Rainey (1986), Civille and Lawless (1986) or Stampanoni (1994) indicated that for sensory profiles, the use of a common terminology based on references reduced the time for training and improved the agreement between the assessors. In our case, the use of a terminology without associated reference did not help assessors to describe the beers. Finally, the fact that the list of terms did not help the assessors could be due to the use of a previously published list which was not exactly adapted to our products. In the study of Hughson and Boakes (2002), the short lists provided to the assessors contained terms which corresponded exactly to the wines to be described.

## 5. Conclusion

Our results highlight some important problems that might be encountered when using a sorting task to describe a set of products, especially with untrained assessors: difficulties for analyzing the vocabulary (many terms to preprocess), high inter-individual variability, lack of precision of the descriptions and sensitivity of the used methodology (presence of a list or not). Because different descriptions are obtained depending on the experience level of assessors and the specific procedures used (with or without a list), we would suggest that sorting tasks followed by a description task provide an interesting tool to understand how assessors perceive a set of products. Thus, this method might be recommended in studies focusing on assessors' behavior. However, in order to describe precisely and reliably complex products such as beers, a training phase might be necessary and a method such as conventional profiling is probably more adapted.

## Acknowledgements

This work was financed by the Institut Supérieur d'Agriculture. The authors would also like to gratefully thank the anonymous reviewers who for their helpful comments on a previous version of this paper.

## References

- Abdi, H. (1990). Additive-tree representations. *Lecture Notes in Biomathematics*, 84, 43–59.
- Abdi, H. (2007). The  $R_v$  coefficient and the congruence coefficient. In N. Salkind (Ed.), *Encyclopedia of measurement and statistics* (pp. 849–853). Thousand Oaks (CA): Sage.
- Abdi, H., Valentin, D., Chollet, S., & Chrea, C. (2007). Analyzing assessors and products in sorting tasks: DISTATIS, theory and applications. *Food Quality and Preference*, 18, 627–640.
- Abdi, H., Valentin, D., O'Toole, A. J., & Edelman, B. (2005). DISTATIS: The analysis of multiple distance matrices. In *Proceedings of the IEEE computer society: International conference on computer vision and pattern recognition* (pp. 42–47). San Diego, CA, USA.
- Blancher, G., Chollet, S., Kesteloot, R., Nguyen Hoang, D., Cuvelier, G., & Sieffermann, J.-M. (2007). French and Vietnamese: How do they describe texture characteristics of the same food? A case study with jellies. *Food Quality and Preference*, 18, 560–575.
- Cartier, R., Rytz, A., Lecomte, A., Poblete, F., Krystlik, J., Belin, E., et al. (2006). Sorting procedure as an alternative to quantitative descriptive analysis to obtain a product sensory map. *Food Quality and Preference*, 17, 562–571.
- Chollet, C., & Valentin, D. (2001). Impact of training on beer flavor perception and description: Are trained and untrained subjects really different? *Journal of Sensory Studies*, 16, 601–618.
- Chollet, S., & Valentin, D. (2006). Impact of training on beer flavour perception. *Cerevisia, Belgian Journal of Brewing and Biotechnology*, 31, 189–195.
- Chollet, S., Valentin, D., & Abdi, H. (2005). Do trained assessors generalize their knowledge to new stimuli? *Food Quality and Preference*, 16, 13–23.
- Chrea, C., Valentin, D., Sulmont-Rossé, C., Ly, M. H., Nguyen, D., & Abdi, H. (2005). Semantic, typicality and odor representation: A cross-cultural study. *Chemical Senses*, 30, 37–49.
- Civille, G. V., & Lawless, H. T. (1986). The importance of language in describing perceptions. *Journal of Sensory Studies*, 1, 203–215.
- Clapperton, J. F., & Piggott, J. R. (1979). Flavour characterization by trained and untrained assessors. *Journal of the Institute of Brewing*, 85, 275–277.
- Cortier, I. E. (1996). *Tree models of similarity and association*. Thousand Oaks: Sage.
- Coxon, A. P. M. (1999). *Sorting data: Collection and analysis*. Thousand Oaks: Sage.
- Dairou, V., & Sieffermann, J.-M. (2002). A comparison of 14 jams characterized by conventional profile and a quick original method, the flash profile. *Journal of Food Science*, 67, 826–834.
- Delarue, J., & Sieffermann, J.-M. (2004). Sensory mapping using Flash profile. Comparison with a conventional descriptive method for the evaluation of the flavour of fruit dairy products. *Food Quality and Preference*, 15, 383–392.
- Dravieks, A. (1982). Odor quality: Semantically generated multidimensional profiles are stable. *Science*, 218, 799–801.
- Faye, P., Brémaud, D., Durand Daubin, M., Courcoux, P., Giboreau, A., & Nicod, H. (2004). Perceptive free sorting verbalization tasks with naive subjects: An alternative to descriptive mappings. *Food Quality and Preference*, 15, 781–791.
- Faye, P., Brémaud, D., Teillet, E., Courcoux, P., Giboreau, A., & Nicod, H. (2006). An alternative to external preference mapping based on consumer perceptive mapping. *Food Quality and Preference*, 17, 604–614.
- Gains, N., & Thomson, D. M. H. (1990). Sensory profiling of canned lager beers using novices in their own homes. *Food Quality and Preference*, 2, 39–47.
- Gawel, R. (1997). The use of language by trained and untrained experienced wine tasters. *Journal of Sensory Studies*, 12, 267–284.
- Guerrero, L., Gou, P., & Arnau, J. (1997). Descriptive analysis of toasted almond: A comparison between experts and semi-trained assessors. *Journal of Sensory Studies*, 12, 39–54.
- Healy, A., & Miller, G. A. (1970). The verb as the main determinant of the sentence meaning. *Psychonomic Science*, 20, 372.
- Hughson, A. L., & Boakes, R. A. (2002). The knowing nose: The role of knowledge in wine expertise. *Food Quality and Preference*, 13, 463–472.
- Ishii, R., & O'Mahony, M. (1990). Group taste concept measurement: Verbal and physical definition of the umami taste concept for Japanese and Americans. *Journal of Sensory Studies*, 4, 215–227.
- Lawless, H. T. (1984). Flavor description of white wines by "expert" and nonexpert wine novices. *Journal of Food Science*, 49, 120–123.
- Lawless, H. T. (1988). Odor description and odor classification revisited. In D. Thompson (Ed.), *Food acceptability*. London and New York: Elsevier Applied Science.
- Lawless, H. T. (1989). Exploration of fragrances categories and ambiguous odors using multidimensional scaling and cluster analysis. *Chemical Senses*, 14, 349–360.
- Lawless, H. T., & Glatter, S. (1990). Consistency of multidimensional scaling models derived from odor sorting. *Journal of Sensory Studies*, 5, 217–230.
- Lawless, H. T., Sheng, N., & Knoops, S. S. C. P. (1995). Multidimensional scaling of sorting data applied to cheese perception. *Food Quality and Preference*, 6, 91–98.
- Lehrer, A. (1975). Talking about wine. *Language*, 51, 901–923.
- Lim, J., & Lawless, H. T. (2005). Qualitative differences of divalent salts: Multidimensional scaling and cluster analysis. *Chemical Senses*, 30, 719–726.
- MacRae, A. W., Rawcliffe, T., Howgate, P., & Geelhoed, E. N. (1992). Patterns of odour similarity among carbonyls and their mixtures. *Chemical Senses*, 17, 119–125.
- Meilgaard, M. C., Dalglish, C. E., & Clapperton, J. F. (1979). Beer flavor terminology. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*, 37, 47–52.
- O'Neill, L., Nicklaus, S., & Sauvageot, F. (2003). A matching task as a potential technique for descriptive profile validation. *Food Quality and Preference*, 14, 539–547.
- Piombino, P., Nicklaus, S., Le Fur, Y., Moio, L., & Le Quéré, J.-L. (2004). Selection of products presenting given flavor characteristics: An application to wine. *American Journal of Enology and Viticulture*, 55, 27–34.
- Rainey, B. A. (1986). Importance of reference standards in training panelists. *Journal of Sensory Studies*, 1, 149–154.
- Saint-Eve, A., Paçi Kora, E., & Martin, N. (2004). Impact of the olfactory quality and chemical complexity of the flavouring agent on the texture of low fat stirred yogurts assessed by three different sensory methodologies. *Food Quality and Preference*, 15, 655–668.
- Sauvageot, F., & Fuentès, P. (2000). Une approche pour valider la technique du profil sensoriel: la technique de l'appariement. *Sciences de l'Aliment*, 20, 467–489.
- Sokolow, H. (1998). Quantitative methods for language development. In H. Moskowitz (Ed.), *Applied sensory analysis of food* (pp. 3–19). Boca-Raton, Florida.
- Solomon, G. E. A. (1990). Psychology of novice and experts wine talk. *American Journal of Psychology*, 103, 495–517.
- Soufflet, I., Calonnier, M., & Dacremont, C. (2004). A comparison between industrial experts' and novices' haptic perception organization: A tool to identify descriptors of handle of fabrics. *Food Quality and Preference*, 15, 689–699.
- Stampanoni, C. R. (1994). The use of standardized flavor languages and quantitative flavor profiling technique for flavored dairy products. *Journal of Sensory Studies*, 9, 383–400.
- Stevens, D. A., & O'Connell, R. J. (1996). Semantic-free scaling of odor quality. *Physiological Behavior*, 60, 211–215.
- Tang, C., & Heymann, H. (1999). Multidimensional sorting, similarity scaling and free choice profiling of grape jellies. *Journal of Sensory Studies*, 17, 493–509.

# Beer-Trained and Untrained Assessors Rely More on Vision than on Taste When They Categorize Beers

Maud Lelièvre · Sylvie Chollet · Hervé Abdi ·  
Dominique Valentin

Received: 20 April 2009 / Accepted: 9 July 2009 / Published online: 23 July 2009  
© 2009 Springer Science + Business Media, LLC

**Abstract** What role categorization processes play in chemosensory expertise and its acquisition? In this paper, we address this question by exploring the criteria used by trained and untrained assessors when they categorize beers. Two experimental factors were manipulated: beer color and brewery. Participants sorted nine commercial beers coming in three different colors and from three different breweries. Participants sorted in two different conditions: in one condition, participants could see the beers, and in the other condition, they could not see the beers. We observed that in both tasting conditions (i.e., with or without vision), trained and untrained assessors categorized beers similarly. In the visual condition, assessors sorted beers by color, whereas in the blind condition, they sorted them by brewery. Overall, our results indicate that sensory training does not seem to have an effect on the criteria used to organize beer perceptions. This suggests that our trained beer assessors did not develop specific conceptual representations of beers during training. Moreover, it seems that when assessors categorize beers, they rely more on visual than on chemosensory information.

**Keywords** Beer · Categorization · Expertise · Training · Visual Information

## Introduction

Perfumers, oenologists, and beer experts possess an expertise that set them apart from other people, even perfume, wine, or beer lovers or aficionados. This professional expertise relies both on chemosensory and a technical knowledge. The chemosensory knowledge is acquired through repeated tastings and sniffings of beer, wine, or perfumes. The technical knowledge encompasses knowledge in chemistry, viticulture, oenology, brewing processes, etc. Understanding expertise relative to chemical senses is a rather new field of research compared to understanding expertise in other fields such as physics, problem solving, computer programming, games, sport, or medicine (for reviews, see Vicente and Wang 1998; Feldon 2007). In the sensory field, the notion of expertise is also used, but with another definition. Beer or wine experts in sensory evaluation are assessors trained to evaluate the intensity of different attributes of the products and to detect and identify flavors and defects. Their expertise relies mainly on sensory expertise. For clarity, in this paper, professional experts will be called “experts” and experts in sensory evaluation will be called “trained assessors.”

Chemosensory expertise has been relatively well studied in terms of discrimination, description, and, to a lesser extent, memory performance (see Chollet and Valentin 2000, 2006; Labbé et al. 2004; Valentin et al. 2007 for reviews). Overall, it seems that both experts and trained assessors are better than novices to describe, memorize, and discriminate between stimuli, but the difference in performance is not always very impressive.

---

M. Lelièvre (✉) · S. Chollet  
Institut Supérieur d'Agriculture,  
48 Boulevard Vauban,  
59046 Lille Cedex, France  
e-mail: m.desmas@isa-lille.fr

M. Lelièvre · D. Valentin  
UMR CSG 5170 CNRS, Inra, Université de Bourgogne,  
21000 Dijon, France

H. Abdi  
The University of Texas at Dallas,  
Richardson, TX 75080-3021, USA

In addition, a small number of studies on wine expertise dealt with the organization of experts' knowledge and its influence on chemosensory perception (Solomon 1997; Hughson and Boakes 2002; Ballester et al. 2005, 2008). A first study by Solomon (1997) suggested that when we acquire wine expertise, we create a system of categorization based on the appreciation of salient characteristics of wines. In this study, experts, intermediate, and novice wine assessors were asked to sort ten white wines from different grape types into four groups by putting together the wines they perceived similar. The results revealed that experts tended to categorize the wines by grape types. By contrast, intermediate and novice wine assessors did not sort the wines by grape types but rather used one or two salient perceptual characteristics to explain their sort. More recently, Ballester et al. (2008), using a typicality rating task, showed that for wine experts, Chardonnay and Muscadet wines were organized along a typicality gradient going from very typical of a Chardonnay (or a Muscadet) wine to very atypical of this wine. No such gradient was observed for novices. The authors concluded that contrary to novices, experts have common separate mental representations of Chardonnay and Muscadet wines and that these representations are partially based on perceptual similarities. These studies suggest that due to their knowledge on wine and through repeated wine tastings, wine experts—contrary to novices—develop specific and consensual mental representations of wines.

No such studies have been run with trained assessors. Yet trained assessors, although they do not possess the vast technical knowledge of experts, are routinely used to taste food products. A typical tasting session consists in a formal training where assessors learn to recognize and describe perceptual characteristics in a repeatable and consistent manner. Moreover, assessors generally receive some information on the products they taste. So it is possible that through these repeated exposures, trained assessors extract sensory characteristics common to different products and develop concepts different from those of novices. So we could expect that a modification of mental representations would also occur with sensory training. Chollet and Valentin (2001, 2006) failed to find an effect of training on beer categorization, but this result could be due to the short training (11 and 15 h, respectively) of their assessors. To test this possibility, we evaluated whether beer assessors trained for several years develop specific and consensual beer sensory concepts compared to novices.

An examination of beer tasting manuals (Jackson 1999; d'Eer 1998, 2005; Glover 2001; Mastrojanni 1999; Webb 2005) shows that there are many criteria for categorizing beers. The most usual and easiest categorization scheme is based on color: blond, amber, dark, white, and red beers. Other usual categorization schemes are based on country of

origin (e.g., Belgian, French, English, and German beers) or alcohol content—but this system of classification differs from country to country. We also find categorization schemes that are less accessible to beer consumers because these categorizations are based on technical criteria, such as fermentation type, raw materials, packaging methods, brewer characteristics, etc.

In the present study, we explored the effect of training on two different categorization criteria, beer color and brewery, and tested these criteria in two different tasting conditions, with and without visual information. We hypothesized that untrained assessors would categorize beers only according to perceptual similarities, whereas beer-trained assessors would rely more heavily on their knowledge of beer sensory characteristics. Because we assumed that categorizing beers by colors required less knowledge than categorizing them by brewery, we expected that untrained assessors would sort beers by color and that trained assessors would sort by brewery. Moreover, as trained assessors are used to evaluate beer under red light and to focus their attention on beer odor and flavor, we expected that in the visual condition, trained assessors would be less influenced by beer color than untrained assessors would. As a result, we hypothesize that the difference between trained and untrained assessors would be larger in the visual than in the blind condition.

Finally, because there is clear individual variability in categorization tasks (Chollet and Valentin 2001; Ishii et al. 1997), the stability of the categorization data in the blind condition was evaluated in two ways. First, we examined the stability within individuals: we analyzed the repeatability of beer categorizations of each assessor over four repetitions of the sorting task. Second, we examined the stability between individuals to check the agreement among participants by (1) comparing beer categorizations of three groups of assessors (two groups of untrained and one group of trained assessors) and (2) studying the consensus within the trained and untrained groups for the first repetition.

## Material and Methods

### Assessors

In the visual condition, two groups of assessors participated to the task: one group of 17 trained assessors and one group of 21 untrained assessors. In the blind condition, three groups of assessors participated to the task: one group of 13 trained assessors and two groups of 18 (group A) and 37 (group B) untrained assessors.

The trained assessors were part of a sensory beer panel and were staff members from the Catholic University of Lille (France). This panel was slightly modified between

the experiments in the visual and blind conditions as some assessors integrated the panel and others left it. This explained the different number of trained assessors between the two conditions. However, 11 of the trained assessors were common to the two conditions. Trained assessors had been formally trained to evaluate different kind of beers (including the beers studied here) 1 h per week for an average of 3.5 years. They were trained to detect and identify flavors (almond, banana, butter, caramel, cabbage, cheese, lilac, metallic, honey, bread, cardboard, phenol, apple, and sulfite) added in beer and to evaluate the intensity of general compounds (bitterness, astringency, sweetness, alcohol, hop, malt, fruity, floral, spicy, sparklingness, and lingering). The untrained assessors were students or staff members from the Catholic University of Lille and the University of Bourgogne (France). Untrained assessors were beer consumers who did not have any formal training or experience in the description of beers. Group A untrained assessors included 18 assessors in order to be compared to the trained assessors group. Group B untrained assessors was larger in order to evaluate the stability between individuals.

The number of assessors, the proportion of women/men, the mean age, and the mean training time for trained and untrained assessors in each condition are presented in Table 1.

## Products

Nine different commercial beers were evaluated (denoted PelfBL, PelfA, PelfBR, ChtiBL, ChtiA, ChtiBR, LeffBL, LeffA, and LeffBR). These beers came from three different breweries, *Pelforth* (noted Pelf), *Chti* (Chti), and *Leffe* (Leff), and each brewery provided three types of beer: blond (BL), amber (A), and dark (BR). All beers were presented in three-digit coded black plastic tumblers and served at 10°C.

## Procedure

### *Visual Condition*

The experiment was conducted in separate booths lighted with a neon lighting of 18 W. Assessors took part individually in the experiment which was run in a single session. They were provided with the nine beers and were required to sort them by putting together the beers they perceived similar. They were allowed to smell and taste samples many times. No criterion was provided to perform the sorting task. Assessors were free to make as many groups as they wanted and to put as many beers as they wanted in each group. They were allowed to take as much time as they wanted. Mineral

water and bread were available for assessors to rinse between samples. Assessors could spit out beers if they wanted.

### *Blind Condition*

The experiment in the blind condition took place 1.5 years before the experiment in the visual condition. The experiment was conducted in separate booths lighted with a neon lighting of 18 W with a red filter darkened with black tissue paper to mask the color differences between beers. Group B untrained assessors took part individually in a single session consisting in a sorting task on the nine beers as described in the previous section. Trained assessors and group A untrained assessors carried out four repetitions of this sorting task. Repetitions 1 and 2 were conducted during a first session and were separated by a 20-min break. Repetitions 3 and 4 were conducted during a second session which took place 1 week later.

## Data Analysis

### *Beer Similarity Spaces*

For each assessor, the results of the sorting tasks were encoded in individual distance matrices where the rows and the columns are beers and where a value of 0 between a row and a column indicates that the assessor put the beers together, whereas a value of 1 indicates that the beers were not put together. For each group of assessors and each condition (visual and blind conditions), the individual distance matrices obtained from the sorting data were analyzed with DISTATIS (Abdi et al. 2005, 2007). DISTATIS is a three-way generalization of classical multidimensional scaling which takes into account individual sorting data. This method provides, for the products, a multidimensional scaling-like compromise map which is obtained from a principal component analysis performed on the DISTATIS compromise cross-product matrix. This compromise matrix is a weighted average of the cross-product matrices associated with the individual distance matrices derived from the sorting data (Abdi et al. 2007). In this map, the proximity between two points reflects their similarity. In addition, hierarchical ascending classifications (HAC) with Ward's criterion were performed on product coordinates to identify groups of beers on each configuration.

### *Comparison of Two Configurations*

To compare two configurations, we computed  $R_V$  coefficients between product coordinates of each configuration. The  $R_V$

**Table 1** Composition of the assessors' groups for each condition

	Visual condition		Blind condition		
	Trained assessors	Untrained assessors	Trained assessors	Untrained assessors Group A	Untrained assessors Group B
No. of assessors	17	21	13	18	37
	7 women/10 men	7 women/14 men	5 women/7 men	5 women/13 men	15 women /22 men
Mean age (years)	38.5	36.8	34.6	29.3	25.6
Age range (years)	26–56	22–60	24–54	20–70	21–56
Mean training (years)	3.6		3.4		
Range of training (years)	1–6.5		2–5		

coefficient measures the similarity between two configurations and can be interpreted in a manner analogous to a squared correlation coefficient (Escouffier 1973), but its test requires a specific procedure (see Abdi 2007 for details).

## Results

### DISTATIS Similarity Spaces in the Visual Condition

Table 2 presents the eigenvalue and the percentages of explained variance of each of the nine dimensions for trained and untrained assessors. For both groups of participants, four dimensions were selected as the most appropriate solution (71.4% and 70.4% of the total variance for trained and untrained assessors, respectively). Figure 1 shows the four-dimension compromise maps obtained for trained and untrained assessors. Ellipsoids identify the product clusters obtained with a hierarchical ascending classification on the coordinates of the products for subspaces 1–2 and subspaces 3–4 for both trained and untrained assessors (Fig. 2). For both groups of assessors, the first dimension tends to oppose the three dark beers (PelfBR, LeffBR, and ChtiBR) and the LeffA to the Chti and Pelforth blond beers. The second dimension tends to oppose the three amber beers (PelfA, LeffA, and ChtiA) to the other beers. Globally, the HAC (Fig. 2) reveals a categorization by beer color—blond, amber, and dark—with two exceptions: trained assessors categorized the LeffBL with the three amber beers, whereas untrained assessors categorized the LeffA with the three dark beers. This similarity between the first subspaces (left of Fig. 1) of trained and untrained assessors is confirmed by the large value of the  $R_V$  coefficient computed between these two configurations ( $R_V=0.70$ ,  $p=0.0007$ ). The second subspaces (right of Fig. 1) are different for trained and untrained assessors ( $R_V=0.22$ ,  $p=0.80$ ), and for both

assessors' groups, no categorization criteria (brewery or color) appear when using the results of the HAC.

### DISTATIS Similarity Spaces in the Blind Condition

Table 3 presents the eigenvalue and the percentage of explained variance of each of the nine dimensions for trained and untrained assessors. For both groups of participants, four dimensions were selected as the most appropriate solution (69.9% and 65.8% of the total variance for trained and untrained assessors, respectively). Figure 3 shows the four-dimension compromise maps for products obtained for trained and untrained assessors in the first repetition of the sorting task. In each map, ellipsoids identify the product clusters obtained with HAC (Fig. 4).

Overall, similar clusters were observed on the first two dimensions for trained and untrained assessors. This observation is confirmed by the significant value of the  $R_V$  coefficient ( $R_V=0.58$ ,  $p=0.02$ ). In the first subspaces (left of Fig. 3), beers tend to be categorized by breweries, suggesting that there are more perceptual similarities between beers from the same brewery than between beers from different breweries. For trained assessors, the three Leffe beers are in the same group and the Pelforth beers and the Chti beers tend to be grouped together, respectively, with an inversion for the ChtiBR and the PelfBL. For untrained assessors, the three Chti beers are in the same group, and the Pelforth beers and the Leffe tend to be grouped together, respectively, with two exceptions: PelfBL is grouped with the Chti beers and LeffBL is grouped with PelfBR and PelfA. The second subspaces (right of Fig. 3) are different for trained and untrained assessors ( $R_V=0.11$ ,  $p=0.28$ ). For trained assessors, dimension 3 opposes dark beers to amber beers with blond beers in the middle. This pattern suggests that trained assessors tended to categorize beers by color. However, this observation should be interpreted with caution since dimension 3 explains only a relatively small

**Table 2** Eigenvalues, percentages of explained variance, and cumulated variance of the nine dimensions for trained and untrained assessors for the sorting task in the visual condition

	Trained assessors			Untrained assessors		
	Eigenvalues	Variance (%)	Cumulated variance (%)	Eigenvalues	Variance (%)	Cumulated variance (%)
Dimension 1	0.66	26.78	26.78	0.59	26.36	26.36
Dimension 2	0.43	17.58	44.35	0.42	18.98	45.34
Dimension 3	0.37	14.93	59.29	0.31	13.88	59.22
Dimension 4	0.30	12.16	71.44	0.25	11.14	70.37
Dimension 5	0.26	10.40	81.84	0.20	9.13	79.50
Dimension 6	0.22	9.09	90.93	0.19	8.67	88.17
Dimension 7	0.14	5.72	96.65	0.16	7.04	95.21
Dimension 8	0.08	3.35	100.00	0.11	4.79	100.00
Dimension 9	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	100.00

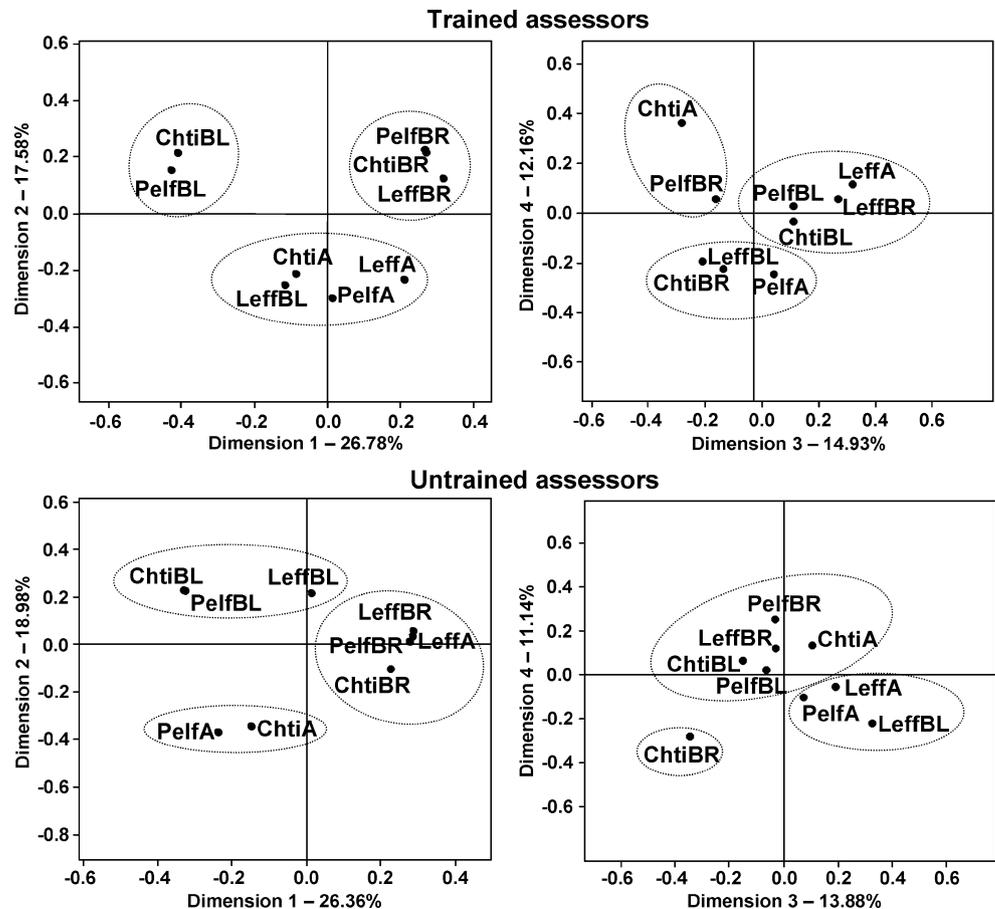
amount of total variance (14.7%). For untrained assessors, we do not observe such a separation by beer colors.

#### Comparison Between DISTATIS Spaces in the Visual and Blind Conditions

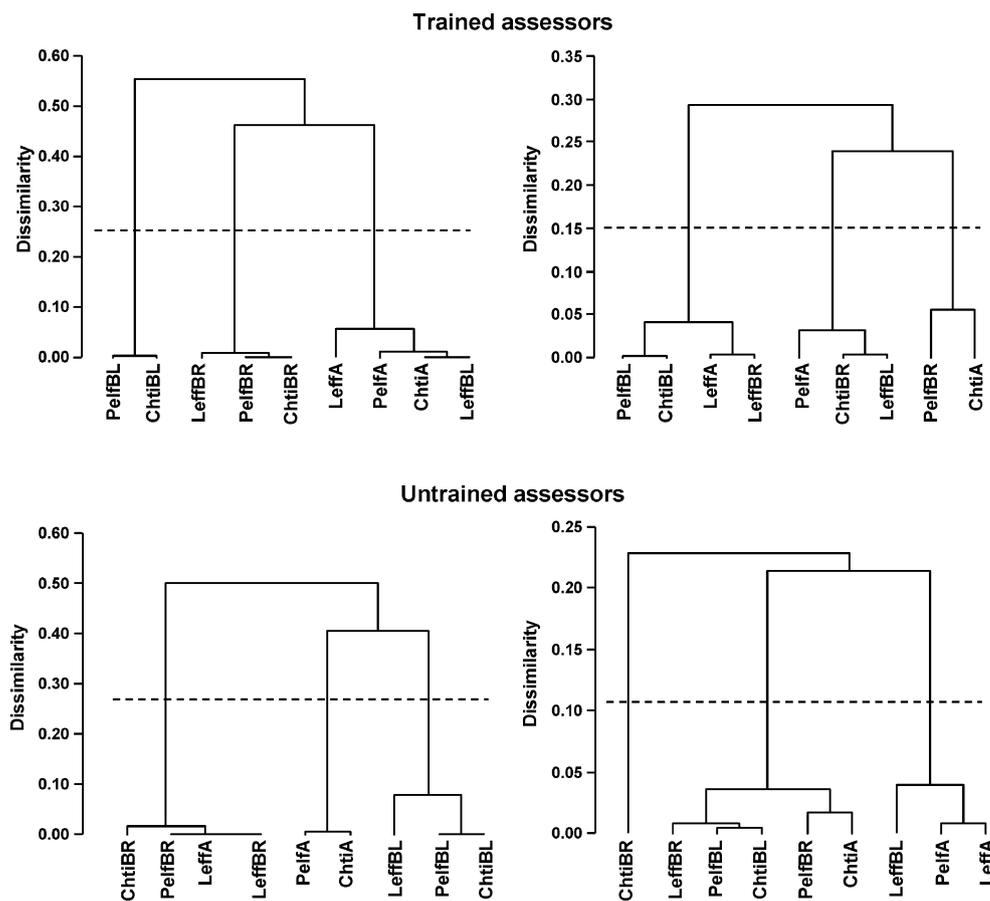
To evaluate the effect of visual information on categorization, we computed  $R_V$  coefficients between the configurations

obtained in the two conditions for trained and untrained assessors, respectively. These  $R_V$  coefficients were significant neither for the trained [ $R_V$  (Dim1–2)=0.38,  $p=0.33$ ;  $R_V$  (Dim3–4)=0.11,  $p=0.27$ ] nor for the untrained assessors [ $R_V$  (Dim1–2)=0.09,  $p=0.27$ ;  $R_V$  (Dim3–4)=0.28,  $p=0.82$ ], suggesting that assessors changed their perception of the similarity between beers when they have access to visual information.

**Fig. 1** Four-dimensional compromise maps for trained (top) and untrained assessors (bottom) for the sorting task in the visual condition. The ellipsoids correspond to the clusters identified with a HAC



**Fig. 2** Dendrograms of the HAC computed on the products' coordinates on dimensions 1 and 2 (*left*) and on dimensions 3 and 4 (*right*) for trained (*top*) and untrained (*bottom*) assessors' sorting data in the visual condition



## Stability of the Sorting Data

### Stability Within Individuals

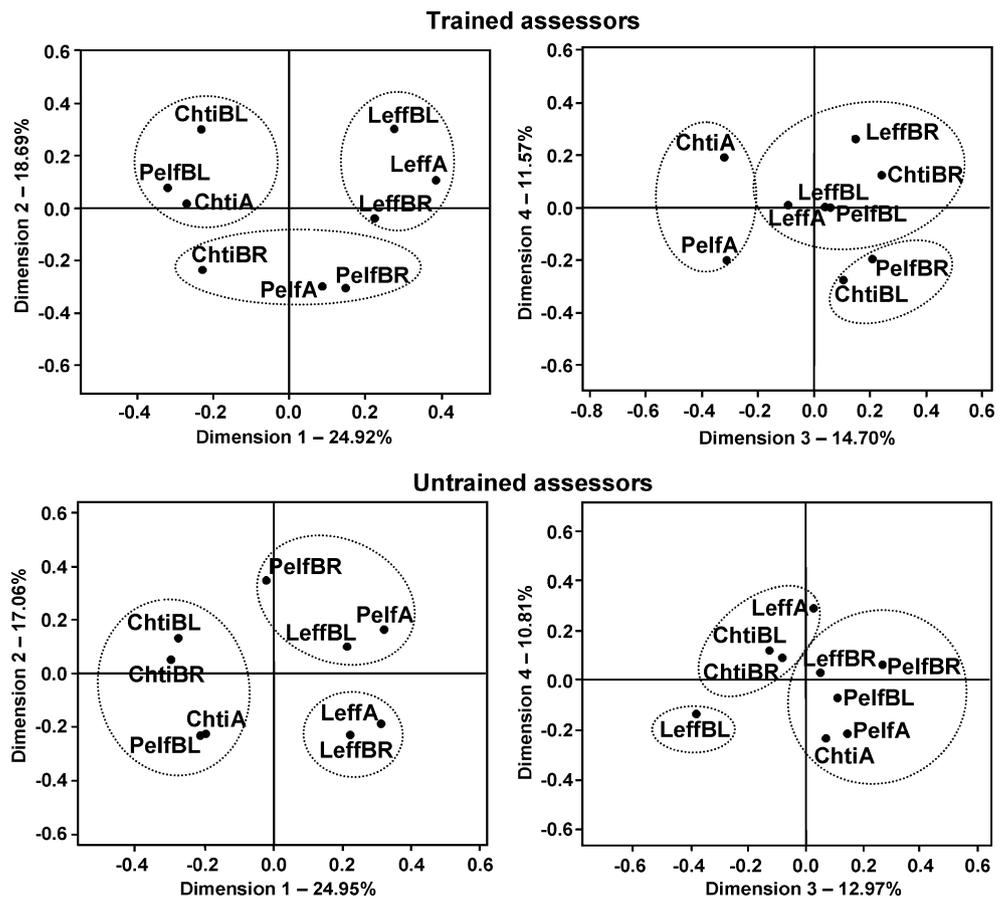
We evaluated trained and group A untrained assessors' repeatability by comparing their sorts over the four repetitions of the sorting task. A two-factor analysis of variance (ANOVA) on the within-assessors  $R_V$  coefficients (i.e., the  $R_V$  coefficients were computed between each

individual matrix in each repetition) was carried out to evaluate the effect of training (trained/untrained) and time between two repetitions (20 min: means of the two  $R_V$  coefficients computed between repetitions 1–2 and 3–4/ 1 week: means of the four  $R_V$  coefficients computed between repetitions 1–3, 1–4, 2–3, and 2–4). Training was entered in the model as a between-subject variable and time between two repetitions as a within-subject variable. No significant effect of training or time was found. However,

**Table 3** Eigenvalues, percentages of explained variance, and cumulated variance of the nine dimensions for trained and untrained assessors for their first sorting task in the blind condition

	Trained assessors			Untrained assessors		
	Eigenvalues	Variance (%)	Cumulated variance (%)	Eigenvalues	Variance (%)	Cumulated variance (%)
Dimension 1	0.58	24.92	24.92	0.54	24.95	24.95
Dimension 2	0.44	18.69	43.62	0.37	17.06	42.00
Dimension 3	0.34	14.70	58.31	0.28	12.97	54.97
Dimension 4	0.27	11.57	69.88	0.24	10.81	65.79
Dimension 5	0.21	9.04	78.92	0.22	10.28	76.07
Dimension 6	0.21	8.88	87.80	0.20	9.11	85.17
Dimension 7	0.16	6.94	94.74	0.19	8.51	93.68
Dimension 8	0.12	5.26	100.00	0.14	6.32	100.00
Dimension 9	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	100.00

**Fig. 3** Four-dimensional compromise maps for trained (*top*) and untrained assessors (*bottom*) for their first sorting task in the blind condition. The ellipsoids correspond to the clusters identified with HAC



this failure to show any significant effect can be explained by the low power of the test due to the relatively small number of participants and by the large inter-individual variability of the  $R_V$  coefficients. Figure 5 shows the box plots of  $R_V$  coefficients distribution calculated between each repetition for trained and untrained assessors. In this figure, we see that the inter-individual variability of the  $R_V$  coefficients for trained assessors is globally smaller than that for untrained assessors, whereas the  $R_V$  coefficient means are very similar between the two groups of assessors. To analyze further this inter-individual variability, we computed the 99% confidence interval for each  $R_V$  coefficient and counted the number of trained and untrained assessors whose  $R_V$  coefficient differed significantly from zero. We found that on all the repetitions, 94.9% of trained assessors had an  $R_V$  coefficient significantly different from zero versus 70.4% for untrained assessors. Thus, trained assessors were globally more repeatable than untrained assessors on the four repetitions even though the ANOVA failed to show any effect on the average  $R_V$  coefficients.

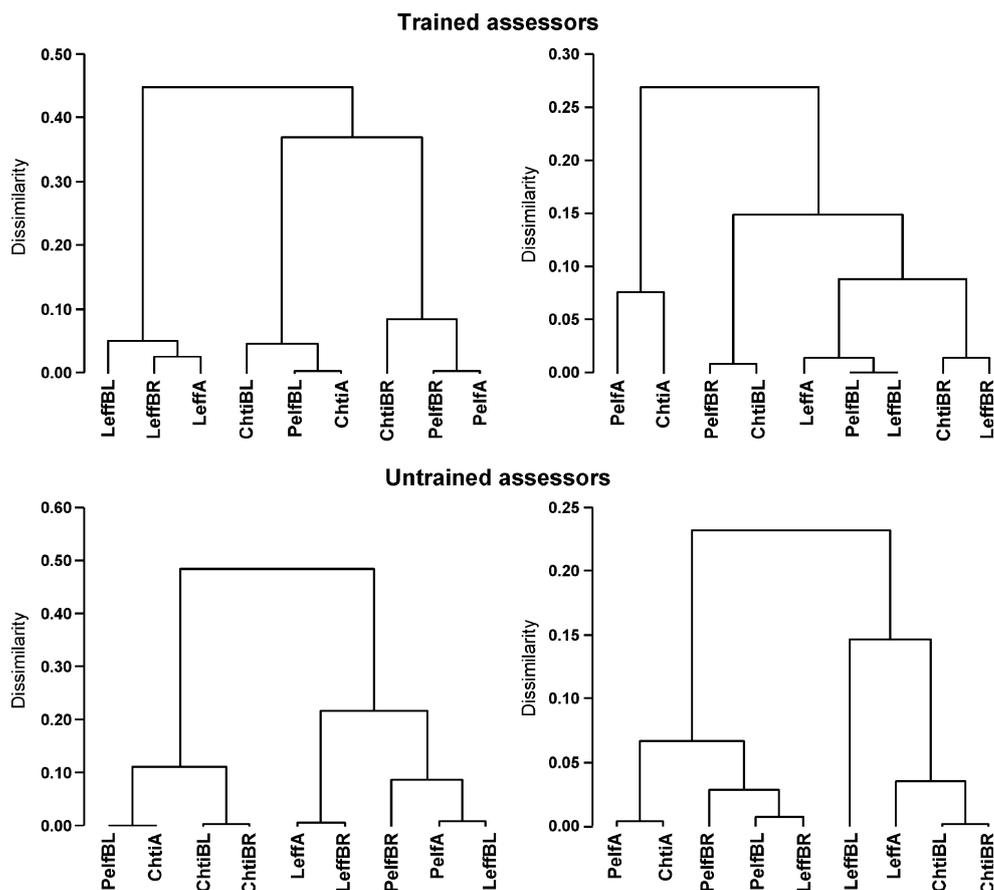
#### Stability Between Individuals

To have an estimation of the participants' agreement on their categorization in the blind condition, we first compiled

the sorting data of the first repetition of the 13 trained and 18 untrained assessors of group A with the sorting data of the 37 group B untrained assessors to obtain 68 different sorts. We used a bootstrap procedure on these data to examine the stability of the categorizations over these 68 sorts. The bootstrap (Efron and Tibshirani 1993) is a non-parametric statistical inference method that is used here to create confidence intervals for the position of products. For DISTATIS, the bootstrap first creates a set of distance matrices by sampling with replacement from the initial sorting data matrices, and DISTATIS is used to compute a compromise matrix from this set of distance matrices. Then, this procedure is repeated 1,000 times and all the 1,000 compromise matrices are projected on the original compromise. A confidence ellipsoid that comprised 95% of the projections of these compromise matrices is computed for each product (see Abdi et al. 2009 for more details on these computations).

Figure 6 shows the four-dimensional compromise map. The confidence ellipsoids represent the variability of the results over the 68 assessors. We observe that ellipsoids are small, which shows that the assessors' categorizations are stable. In addition, we can see on the first two-dimension maps (Fig. 6 on the left) that the confidence ellipsoids of the three Leffe beers, of the three Chti beers, and of the

**Fig. 4** Dendrograms of the HAC computed on the products' coordinates on dimensions 1 and 2 (*left*) and on dimensions 3 and 4 (*right*) for trained (*top*) and untrained (*bottom*) assessors' sorting data in the blind condition

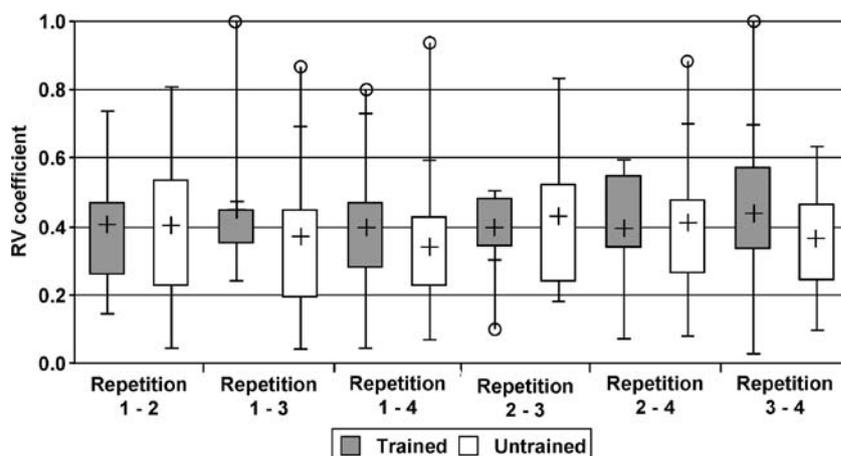


PelfBR and PelfA overlap, respectively, but do not overlap between them. Such a pattern confirms that trained and untrained assessors globally categorized beers mostly by using the brewery criterion. On dimensions 3 and 4 (Fig. 6 on the right), confidence ellipsoids of the nine beers overlap, except those of PelfA and PelfBL. This pattern confirms that assessors are not totally in agreement on the categorizations. Yet, we observe that beers tended to be categorized by beer colors on these dimensions 3 and 4. In fact, the confidence ellipsoids of the three dark beers are

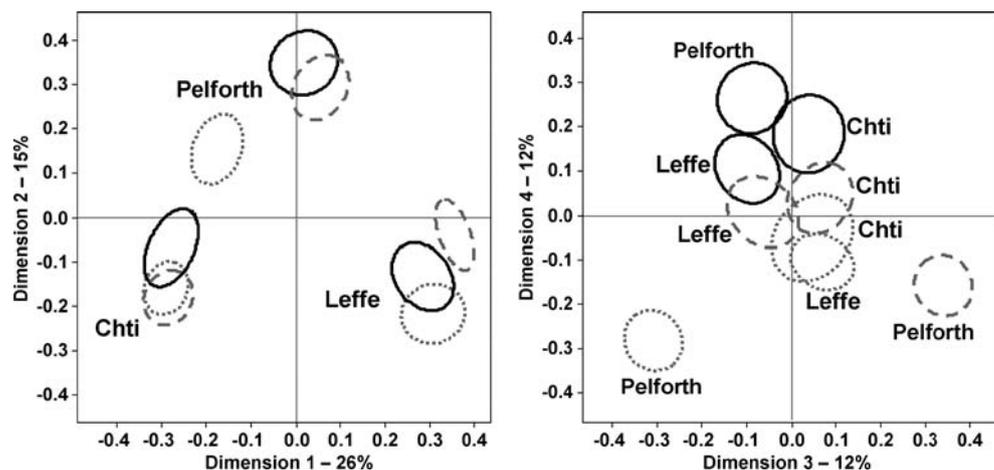
very close and are opposed to the confidence ellipsoids of blond and amber beers.

Second, to evaluate the effect of training on between-individual stability, we examined the consensus within trained and group A untrained assessors by computing  $R_V$  coefficients between the individual matrices of each assessor and the rest of her/his group for the first repetition (Fig. 7). A Student's  $t$  test performed on these  $R_V$  coefficients showed a significant difference in consensus between trained and untrained assessors [ $t(29)=2.18$ ;  $p <$

**Fig. 5** Box plot of  $R_V$  coefficients distribution calculated between each of the four repetitions for trained (*black boxes*) and untrained (*white boxes*) assessors. The *box* extends from the first to the third quartile, the *plus sign* represents the mean value, and the *ends of the lines extending from the box (whiskers)* indicate the maximum and the minimum data values, unless outliers are present in which case the *whiskers* extend to a maximum of 1.5 times the inter-quartile range (i.e., length of the box)



**Fig. 6** Four-dimensional compromise maps of the products with 95% confidence ellipsoids computed by bootstrap on trained assessors and the two groups of untrained assessors' data. The *solid black lines* represent the dark beers, the *dashed gray lines* represent the amber beers, and the *dotted gray lines* represent the blond beers



0.05]. This shows that trained assessors were more consensual than untrained assessors on their categorization.

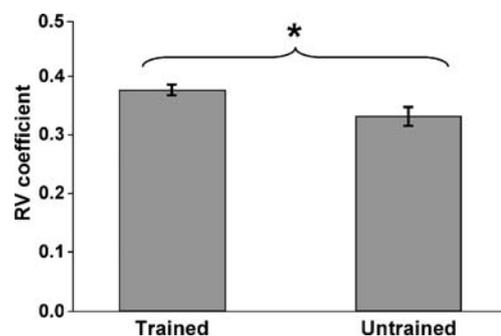
## Discussion

With this experiment, we wanted to explore what categorization criteria are used by trained and untrained beer assessors when they organize their perceptions of beers. We used sorting tasks in order to study two different criteria, beer color and brewery, in two tasting conditions, visual and blind conditions. We expected that the organization of beer perceptual spaces would be different for trained and untrained assessors because trained assessors have knowledge about beer sensory characteristics that could affect their categorization criteria.

### Influence of Visual Information on Beer Categorization

In the visual condition, trained and untrained assessors both clearly categorized beers by color, whereas in the blind condition, they categorized beers by brewery. This result suggests that in a beer categorization task, both trained and untrained assessors tend to rely more on visual information than on chemosensory information. While this visual dominance is not surprising for untrained assessors, we expected trained assessors to be less influenced by beer color because they are used to taste beer under red light and to focus their attention on beer taste and aroma. Moreover, the trained assessors declared that they had not based their sort on visual information but on beer chemosensory properties. Yet, such an influence of color on taste experts' chemosensory perception has been previously reported. For example, Pangborn et al. (1963) found an effect of color on the sweetness perception of wines: a white wine colored pink (in order to give it the appearance of a blush wine) was perceived by wine experts as sweeter than the same

uncolored wine. More recently, Morot et al. (2001) showed that wine experts described the odor of a white wine artificially colored in red as a red wine. The results of the experiment of Morrot et al. demonstrate that experts rely on visual appearance for interpreting chemosensory information. In other words, humans are so visually oriented that even experts look for visual cues when they interpret chemosensory information, and these visual cues may mask other information as we observed here. This masking phenomenon can be explained either in terms of selective attention or in terms of congruence seeking. From a selective attention perspective, we can hypothesize that assessors could not process both visual and chemosensory information at the same time and that they performed the categorization task mostly on visual information, tuning out smell, and taste information. From a congruence-seeking perspective, we can hypothesize that assessors can switch their attention from visual information to chemosensory information but that chemosensory perception is driven by visual information. That is, when attending to chemosensory information, assessors will, unconsciously, seek a confirmation of visual information rather than analyzing smell and taste properties. This second explanation might



**Fig. 7** Means and standard errors of  $R_V$  coefficients computed between the individual matrices of each assessor and the rest of her/his group for trained and untrained assessors for the first repetition

explain why our trained assessors felt that they relied more on chemosensory information than on visual information when they actually relied more on visual information.

Finally, the dominance of breweries in beer categorization observed in the blind condition suggests the existence of a brewery pattern which is perceived by both trained and untrained assessors. This brewery pattern seems to be common to all types of beers (blond, amber, and dark). This result is reminiscent of a study by Aubry et al. (1999) who found a winery pattern for Burgundy Pinot noir wines. The authors showed that trained assessors unconsciously grouped the wines from a given winemaker maybe because each winemaker has a specific “style.” In the case of beers, this brewery pattern could be explained by several brewing parameters (brewing temperature, time, type of filtration, pasteurization, etc.), among which the yeasts could be an important factor conferring to each brewery a specific style.

### Influence of Expertise on Beer Categorization

Contrary to our hypothesis, we did not observe an effect of training on beer categorization. Following Solomon (1997) and Ballester et al. (2008), we expected trained assessors to rely more on conceptual information (brewery) than on perceptual information (color). In Solomon's study, whereas experts categorized wines according to grape variety, novices used “surface characteristics” such as sweetness or fruitiness to sort the wines. The author explained this difference between experts and consumers in terms of learning effects. Through repeated exposures to wines made from different grape varieties, experts have developed wine representations based on grape variety. When asked to perform a sorting task, experts would then use these wine representations to guide their choices. Consumers do not have such representations, and therefore, they would base their sorting decisions on surface characteristics such as sweetness. In other words, according to Solomon, experts and consumers would use different cognitive processes to perform a sorting task. Experts would rely heavily on top-down information (memory representation), whereas consumers would rely more heavily on bottom-up information (perceptual or surface characteristics).

One reason to explain why we did not observe an effect of training on categorization criteria could be that—as mentioned in “Introduction”—in comparison with the studies of Solomon (1997) and Ballester et al. (2008), our trained assessors are not beer experts in the sense of being “professionals”: their professions are not connected with beer. They regularly attend a formal training in sensory analysis of beer in which they learn to recognize, identify, and communicate the sensory properties of beers but they do not possess academic knowledge about beer process or marketing. This standard sensory expertise is quite different

from the professional expertise of the participants of Solomon (1997) and Ballester et al. (2008) In fact, for winemakers, wine professionals, sommeliers, students in Oenology, and other wine professionals, categorization is the base of training. These wine professionals use the notions of grape type, region of origin, year, etc. to communicate about and to categorize wines, and they also are trained to recognize a specific wine as a member of a category. This could explain why the professionals of Solomon (1997) and Ballester et al. (2008) used grape type as a criterion to categorize wines. In contrast, our trained assessors did not learn a beer categorization system and so were not used to think of a beer in terms of membership to a specific category. They learned to describe the perceptual characteristics of beers in a repeatable and consensual manner. So it seems that a mere exposure to beers is not enough to build conceptual representations. Individuals need to be engaged in a training involving categorization process to develop the common mental representations that differentiate them from novices. We can hypothesize that brewers, whose expertise seems to be more similar to those of the participants of Solomon and Ballester et al., would categorize the beers differently from untrained assessors. Moreover, contrary to wine consumers who do not know the notion of grape type, beer consumers are familiarized with the breweries since they use it when buying beer for example. It can also explain why we did not observe a difference between trained and untrained assessors' categorizations.

Yet, even if beer sensory training does not lead to conceptual representations of beers, trained assessors are globally more repeatable and more consensual than untrained assessors, as has been already shown (Clapperton and Piggott 1979; Chollet and Valentin 2006). So it seems that sensory training does yield some changes in mental representations even if it is not enough to build conceptual representations different from novices. However, further work is needed to better understand these changes.

### Conclusion

In this paper, beer categorization was studied as a way to better understand chemosensory expertise. We explored the change in the organization of beer perception with a sensory training by examining beer categorization criteria used by trained and untrained assessors. First, the experiments highlight the dominance of visual information on chemosensory information during a beer categorization task. Assessors, whatever their level of expertise, used visual cues as a base before analyzing chemosensory properties of beers.

Second, we did not observe an effect of sensory training on the organization of the system of categorization. Compared to previous studies with wine experts, it can suggest that there is a difference between professional expertise and sensory expertise. The technical knowledge professional experts have in addition to chemosensory knowledge could have a great influence on their perceptions. Moreover, the difference of training approach between professional experts and sensory assessors could explain that professionals develop common mental representations of products that differentiate them from novices in a categorization task.

## References

- Abdi H (2007) The  $R_v$  coefficient and the congruence coefficient. In: Salkind N (ed) *Encyclopedia of measurement and statistics*. Sage, Thousand Oaks, pp 849–853
- Abdi H, Dunlop JP, Williams LJ (2009) How to compute reliability estimates and display confidence and tolerance intervals for pattern classifiers using the bootstrap and 3-way multidimensional scaling (DISTATIS). *NeuroImage* 45:89–95
- Abdi H, Valentin D, O'Toole AJ, Edelman B (2005) DISTATIS: the analysis of multiple distance matrices. *Proceedings of the IEEE Computer Society: International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*. San Diego, CA, USA, pp 42–47
- Abdi H, Valentin D, Chollet S, Chrea C (2007) Analyzing assessors and products in sorting tasks: DISTATIS, theory and applications. *Food Qual Prefer* 18:627–640
- Aubry V, Etievant P, Sauvageot F, Issanchou S (1999) Sensory analysis of Burgundy Pinot noir wines: a comparison of orthonasal and retronasal profiling. *J Sens Stud* 14(1):97–117
- Ballester J, Dacremont C, Le Fur Y, Etiévant P (2005) The role of olfaction in the elaboration and use of the Chardonnay wine concept. *Food Qual Prefer* 16(4):351–359
- Ballester J, Patris B, Symoneaux R, Valentin D (2008) Conceptual vs. perceptual wine spaces: does expertise matter? *Food Qual Prefer* 19(3):267–276
- Chollet S, Valentin D (2000) Le degré d'expertise a-t-il une influence sur la perception olfactive? Quelques éléments de réponses dans le domaine du vin [Expertise level and odour perception: what can we learn from red Burgundy wines?]. *L'Année Psychologique* 100:11–36
- Chollet C, Valentin D (2001) Impact of training on beer flavor perception and description: are trained and untrained subjects really different? *J Sens Stud* 16:601–618
- Chollet S, Valentin D (2006) Impact of training on beer flavour perception. *Cerevisia* 31(4):189–195
- Clapperton JF, Piggott JR (1979) Flavour characterization by trained and untrained assessors. *Journal of Institute of Brewing* 85:275–277
- D'Eer M (1998) *La bière: ales, lagers et lambics* [Beer: ales, lagers and lambics]. *BièreMag*, Saint-Laurent, Québec
- D'Eer M (2005) *Atlas mondial de la bière* [World atlas of beer]. Trécarré, Outremont, Québec
- Efron B, Tibshirani RJ (1993) *An introduction to the bootstrap*. Chapman and Hall, New York
- Escouffier Y (1973) Le traitement des variables vectorielles [Analysis of vector variables]. *Biometrics* 29:751–760
- Feldon DF (2007) The implication of research on expertise for curriculum and pedagogy. *Educ Psychol Rev* 19:91–110
- Glover B (2001) *Le grand livre de la bière* [The complete guide to beer]. Manise, Genève
- Hughson AL, Boakes RA (2002) The knowing nose: the role of knowledge in wine expertise. *Food Qual Prefer* 13(7–8):463–472
- Ishii R, Kemp SE, Gilbert AN, O'Mahony M (1997) Variation in sensory conceptual structure: an investigation involving the sorting of odor stimuli. *J Sens Stud* 12:195–214
- Jackson M (1999) *La bière* [Beer]. Gründ, Paris
- Labbé D, Rytz A, Hugi A (2004) Training is a critical step to obtain reliable product profiles in a real food industry context. *Food Qual Prefer* 15(4):341–348
- Mastrojanni M (1999) *Guide de l'amateur de bière* [Guide for beer enthusiast]. Solar, Paris
- Morot G, Brochet F, Dubourdieu D (2001) The color of odors. *Brain Lang* 79:309–320
- Pangborn RM, Berg HW, Hansen B (1963) The influence of color on discrimination of sweetness in dry table wine. *Am J Psychol* 76:492–495
- Solomon GEA (1997) Conceptual change and wine expertise. *J Learn Sci* 6:41–60
- Valentin D, Chollet C, Béal S, Patris B (2007) Expertise and memory for beers and beer olfactory compounds. *Food Qual Prefer* 18(5):776–785
- Vicente KJ, Wang JAH (1998) An ecological theory of expertise effects in memory recall. *Psychol Rev* 105(1):33–57
- Webb T (2005) *Good beer guide Belgium*. CAMRA Campaign for Real Ale, St. Albans

# Beer categorization:

## A new way to understand beer expertise



Maud LELIÈVRE-DESMAS<sup>1,2</sup>, Sylvie CHOLLET<sup>1</sup> & Dominique VALENTIN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institut Supérieur d'Agriculture, Laboratoire Qualité des Aliments, Lille, France

<sup>2</sup> Centre des Sciences du Goût UMR 5170, CNRS, INRA, Université de Bourgogne, Dijon, France

### Introduction

#### Context

A sensory beer panel is a useful tool to describe and compare beers. But training beers sensory experts require important investments. So understanding beer expertise is important for optimizing sensory training methods. Whereas effects of expertise on discrimination and description of food products has been widely studied, little is known about how sensory experts *categorise* their perceptions and their knowledge.

#### Objectives

To understand how people categorize beers from a perceptual and a conceptual point of view, depending on the nature of their expertise.

### General procedure

#### Assessors

- > 14 Belgian brewers
- > 17 beer sensory experts

#### 3 experiments

- > Conceptual categorisation
- > Sensory categorisation
- > Discriminative performance

### Conceptual categorisation

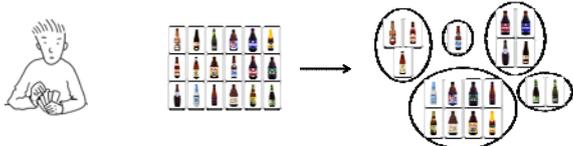
#### Stimuli

65 pictures of beer bottles



#### Method

Assessors were asked to sort the pictures of beer bottles



#### Results

- > Globally, sensory experts and brewers sorted the pictures of beer bottles similarly.
- > The groups obtained correspond to the categorisation commonly found in tasting manuals.

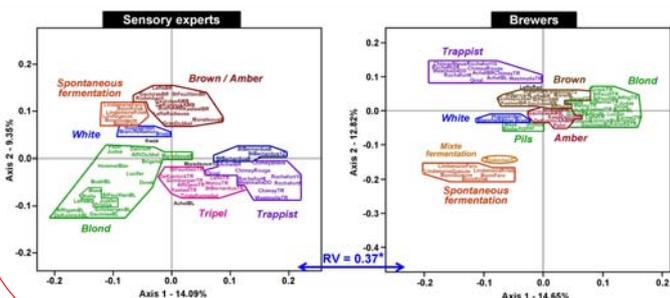


Figure 1. Distatis maps of the pictures of beer bottles.

### Perceptive categorisation

#### Stimuli

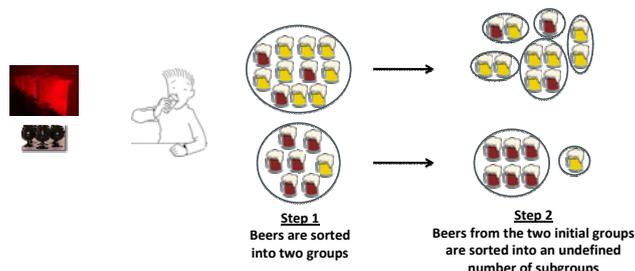
18 Belgian beers



From « Atlas Mondial de la bière » by Mario d'Eer, Trécarré (Ed.), 2005.

#### Method

Hierarchical sorting task on actual beers



#### Results

- > Globally, sensory experts and brewers sorted the beers similarly.
- > The groups obtained by tasting are not the same as the ones found in the Atlas Mondial de la bière.

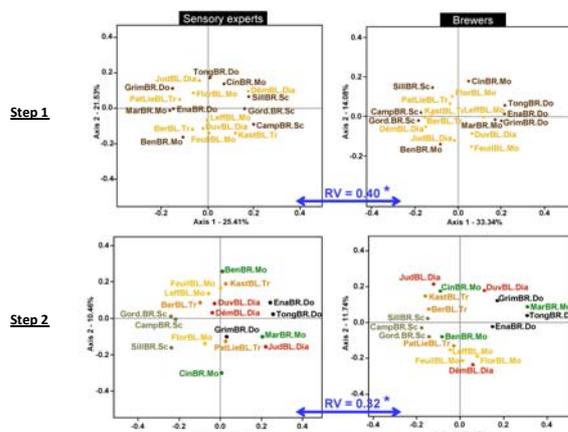


Figure 2. Distatis maps of the beers.

### Discriminative performance

#### Stimuli

- > 2 Pils beers (familiar to sensory experts)
- > 2 Kriek beers (familiar to brewers)



#### Method

2 triangular tests



Which one is different ?

#### Results

- > Brewers are better on Kriek beer.
- > Sensory experts are better on Pils beers.

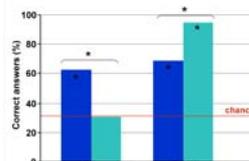


Figure 3. Percentage of correct answers in triangular test.

→ Effect of familiarity on discriminative performance

### Conclusion

- > Experts' beer representations seem not to be totally based on chemosensory similarities but rather on more conceptual knowledge about beer world.
- > Marketing has a greater impact on beer representation than taste.

# Is it possible to learn beer sensory categories? An exploratory study

**Maud LELIÈVRE-DESMAS<sup>1,2</sup>, Sylvie CHOLLET<sup>1</sup> & Dominique VALENTIN<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Institut Supérieur d'Agriculture, Laboratoire Qualité des Aliments, Lille, France

<sup>2</sup> Centre des Sciences du Goût UMR 5170, CNRS, INRA, Université de Bourgogne, Dijon, France

## Introduction

### Context

Previous studies have shown that wine experts tend to develop common mental representations of wines through frequent tasting and consequently do not categorize wines similarly than novices (Solomon, 1997; Ballester *et al.*, 2005, 2008).

### Objectives

This study proposed to evaluate whether this phenomenon occurs for beers, i.e. whether:

- novices could learn beer sensory categories through repeated exposure to different beers,
- they could generalize their learning to identify category membership of new beers.



Two experiments with two different categorization criteria:

- fermentation type
- geographical origin

## General procedure

### Products

- > Fermentation type:
  - 18 top fermentation beers (TF)
  - 18 bottom fermentation beers (BF)
- > Geographical origin:
  - 9 German beers (G)
  - 9 Belgian beers (Bg)
  - 9 British beers (Br)

### Assessors

- > 19 novices for each experiment

### Method

- > Training period to identify category membership
- > Comparison of correct beer categorizations at  $T_0$  and  $T_{final}$
- > End of session  $T_{final}$ : questionnaire to identify possible learning strategies



Figure 1. Schema of general learning procedure

## Fermentation type

### Learning data

- > **For learned beers:** the percentage of correct answers is significantly higher at  $T_{final}$  than at  $T_0$ .
- > **For unlearned beer:** no difference between  $T_0$  and  $T_{final}$ .
- > 13 out of 20 beers had a higher percentage of correct answers at  $T_{final}$  than at  $T_0$  (including 5 beers with significant difference).
- > No difference between top and bottom fermentation beers learning.



Assessors learned to categorize almost all the beers individually but did not generalize their learning to new beers.

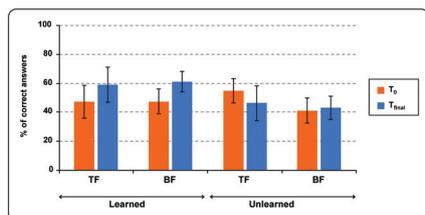


Figure 2. Percentages of correct answers (means  $\pm$  standard error) for the assessor group for top (TF) and bottom (BF) fermentation beers at  $T_0$  and  $T_{final}$ .

### Questionnaire

- > Globally, consensus on the sensory characteristics of each category:
  - TF beers: + alcoholised, + persistent, + sweet, + flavour, + heavy.
  - BF beers: - alcoholised, - persistent, - flavour.
- > Assessors did not use one or two characteristics to identify category membership but more complex strategies (e.g., "This beer is dark, his nose is intense, his taste is intense and alcoholised. I infer it is a top fermentation beer").
- > Half of the assessors declared to have recognized a beer and to have inferred its category (e.g. " This beer looks like an Heineken or a 33 Export, I know that these beers are BF, so I infer this beer is BF").

## Results

## Geographical origin

### Learning data

- > **For learned beers:** no difference between  $T_0$  and  $T_{final}$  but high variability between beers in each category.
- > **For unlearned beer:** no difference between  $T_0$  and  $T_{final}$ .
- > 6 out of 15 beers had a higher percentage of correct answers at  $T_{final}$  than at  $T_0$  (including 4 beers with significant difference).
- > No difference between German, Belgian and British beers learning.
- > Two British beers (stout beers) obtained higher results than the other British beers, at  $T_0$  and  $T_{final}$   $\rightarrow$  more typical beers?



Assessors learned to categorize only some beers individually and did not generalize their learning to new beers.

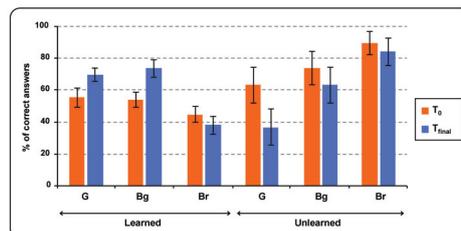


Figure 3. Percentages of correct answers (means  $\pm$  standard error) for the assessor group for German (G), Belgian (Bg) and British (Br) beers at  $T_0$  and  $T_{final}$ .

### Questionnaire

- > Globally, less consensus on the sensory characteristics of each category.
- > Assessors were in accordance on only some attributes, and they used a lot of other attributes which did not lead them to the same conclusion.



It can explain why there is no category learning of geographical origin categories.

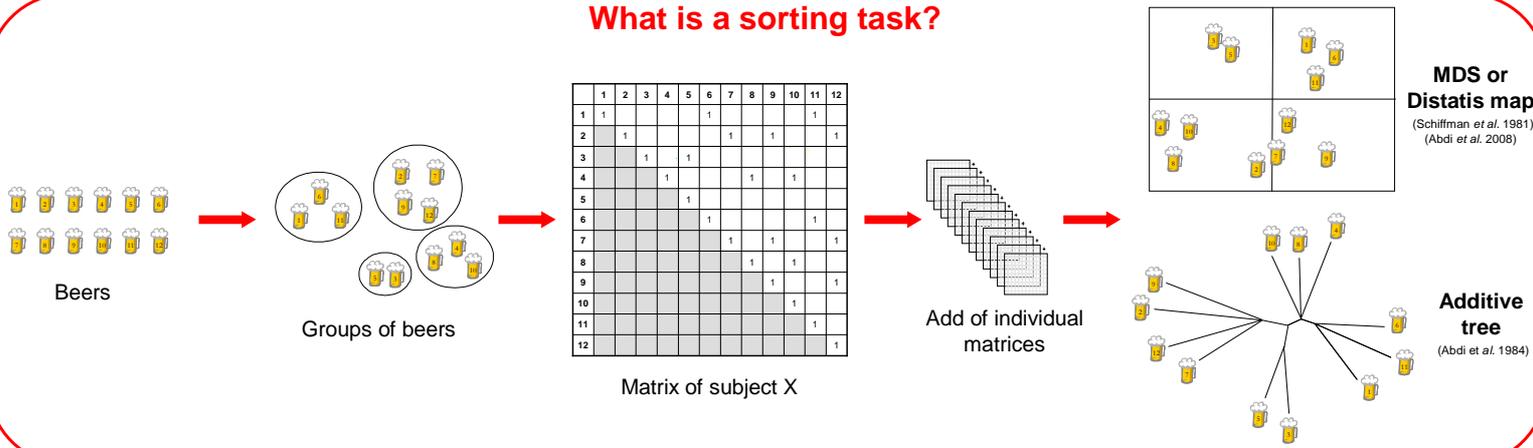
## Conclusion

- > Assessors seem to be able to identify category membership of learned beers (especially for fermentation categories) but not to generalize to unlearned beers.
- > These results could be due to a short training period (9 sessions only), or to a high beer heterogeneity inside the categories to be learned, or to a non-adapted learning context (do not correspond to daily life learning situations).

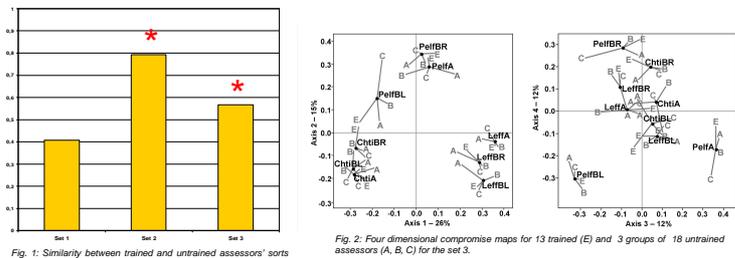
# The sorting task: Another method to obtain beer sensory descriptions?

Chollet Sylvie<sup>1</sup>, Lelièvre-Desmas Maud<sup>1,2</sup> & Valentin Dominique<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Institut Supérieur d'Agriculture, Université Catholique de Lille, France  
<sup>2</sup>UMR CSG 5170 CNRS, Inra, Université de Bourgogne, Dijon, France

## What is a sorting task?

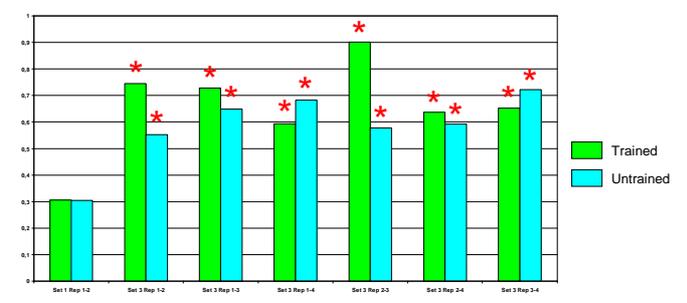


## Who can carry out a sorting task?



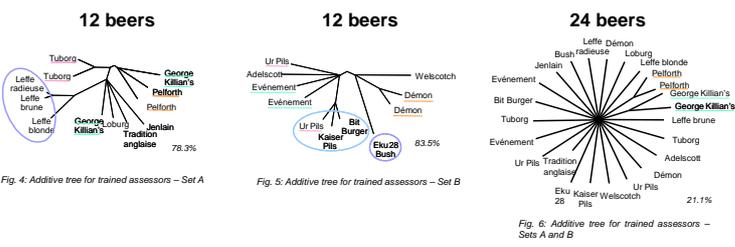
- Trained and untrained MDS maps are similar, except for set 1.
- The 3 different groups of 18 untrained assessors behave similarly and their results are similar to those of trained assessors.

## What is the repeatability of the sorting task?



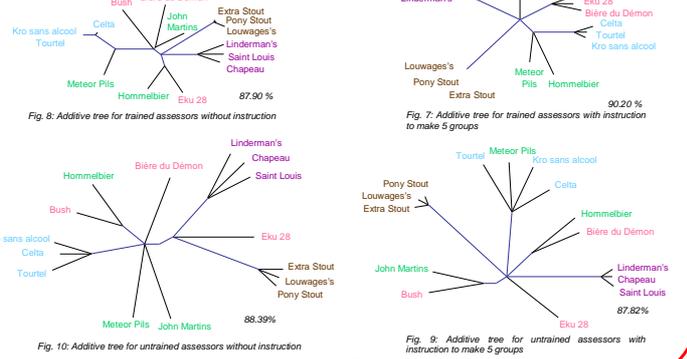
- Globally, trained and untrained assessors are repeatable.

## How many beers can be categorized with a sorting task?



- A strong structure is observed with 12 beers, but not with 24 beers.
- Subjects' performance decreases as the number of beers increases.

## Do instructions on the number of groups matter?



- No impact of the instructions.

## Is it an efficient method to describe beers?

Profile task (PT)	Sorting task (ST) Trained without list	Sorting task (ST) Untrained without list	Sorting task (ST) Trained with list	Sorting task (ST) Untrained with list
Group 1 Chiti BR, Chiti A <i>Metallic, yeast</i>	Chiti BR, Chiti A <i>Coffee</i>	Chiti BR, Chiti A <i>Amber</i>	Chiti BR, Chiti A, Chiti BL, Peiff BL <i>Metallic, malty</i>	Chiti BR, Chiti A, Chiti BL <i>Caramel, malty, sweet</i>
Group 2 Peiff BL, Chiti BL <i>Car's pee, sulfite, yellow fruits</i>	Peiff BL, Chiti BL <i>Butter, floral</i>	Peiff BL, Chiti BL, Peiff A, Peiff BR <i>Fruity</i>	Peiff A, Peiff BR <i>Fruity, burnt, alcohol</i>	Peiff A, Peiff BR, Peiff BL <i>Bitter, fruity</i>
Group 3 Leff BL, Leff BR, Leff A, Peiff BR <i>Spicy, malty, taste intensity, bitter persistence, bitterness, caramel, red fruits, phenol</i>	Leff BL, Leff BR, Leff A, Peiff BR, Peiff A <i>Sweet, bitter, alcohol, fruity, caramel</i>	Leff BL, Leff BR, Leff A <i>Bitter</i>	Leff BL, Leff BR, Leff A <i>Sweet, bitter</i>	Leff BL, Leff BR, Leff A <i>Bitter, fruity</i>
Group 4 Peiff A				

- Beer groups are similar in PT and ST.
- Vocabulary is more precise in PT than in ST.
- PT is more similar to ST without list than to ST with list.

## CONCLUSION

### A sorting task:

- could be used with about 20 novice assessors.
- is a repeatable tool.
- is efficient with no more than 20 beers.
- provides similar groups than a profile, but give rise descriptions difficult to interpret and not as precise as profile descriptions.

# What are consumers able to perform in beer tasting?

Chollet Sylvie<sup>1</sup>, Lelièvre-Desmas Maud<sup>1,2</sup>, Abdi Hervé<sup>3</sup>, & Valentin Dominique<sup>2</sup>

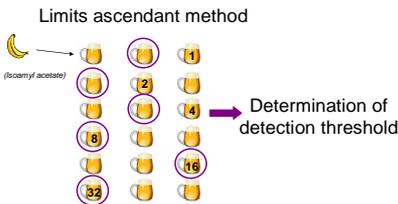
<sup>1</sup>Institut Supérieur d'Agriculture, Université Catholique de Lille, France

<sup>2</sup>UMR CSG 5170 CNRS, Inra, Université de Bourgogne, Dijon, France

<sup>3</sup>The University of Texas, Dallas, United States

## Perception Aroma detection task

### Method



### Results

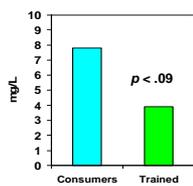
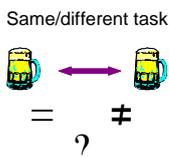


Fig 1. Group detection threshold of consumers and trained assessors (with 15 h. of training).

- Consumers have a higher threshold than trained assessors (15 h. of training), but the difference is not significant.

## Discrimination task

### Method



### Results

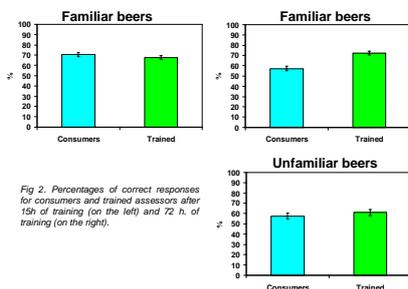
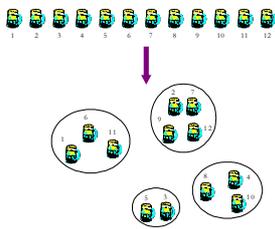


Fig 2. Percentages of correct responses for consumers and trained assessors after 15h of training (on the left) and 72 h. of training (on the right).

- Consumers have the same discrimination performance than trained assessors with a short training (15 h. of training) or with unfamiliar beers.

## Sorting task

### Method



### Results

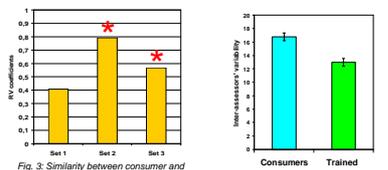


Fig 3. Similarity between consumer and trained assessors' sorts for 3 different sets of beers (RV coefficients between the MDS configurations). The stars indicate a p-value < .05.

### Results

Fig 4. Inter-assessors variability for consumers and trained assessors.

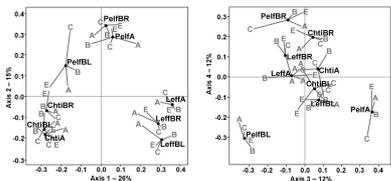


Fig 5. Four dimensional compromise maps for 13 trained (E) and 3 groups of 18 untrained assessors (A, B, C) for the set 3.

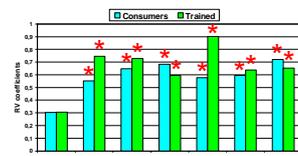


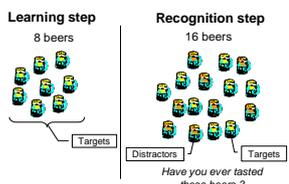
Fig 6. Similarity between different repetition sorts for consumers and trained assessors for 2 sets of beers (RV coefficients between the MDS configurations). The stars indicate a p-value < .05.

- Consumer and trained assessors' MDS maps are similar, except for set 1.
- Consumers are less consensual than trained assessors.
- The 3 different groups of 18 consumers behave similarly and their results are similar to those of trained assessors.
- Globally, consumers and trained assessors are repeatable.

## Memory

### Recognition task

#### Method



#### Results

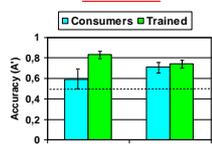


Fig 7. Mean A' as a function of expertise level for learned and new beers. A' is an index recognition accuracy varying from 0 to 1; 1 represents a perfect recognition and 0.5 an answer at the chance level. Trained assessors have 36h. of training.

- For unfamiliar beers, consumers have the same performance as trained assessors after 36h of training.

## Verbalization

### Aroma identification task

#### Method

Identification of aromas in beers



#### Results

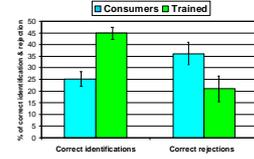


Fig 8. Percentages of correct responses (correct identifications and correct rejections) in aroma identification task for consumers and trained assessors (32h. of training).



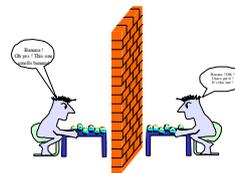
Fig 9. Degree of confidence in aroma identification task for consumers and trained assessors (32h. of training).

- Consumers make fewer correct identifications than trained assessors, whereas they make more correct rejections.
- Consumers are as confident on their answers as trained assessors.

## Communication task

### Method

Spoken matching task



### Results

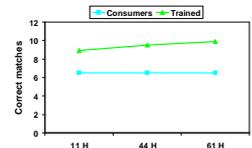
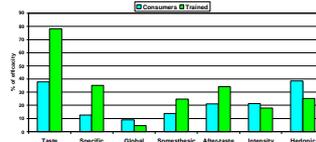


Fig 10. Trained assessors' and consumers' performance for the communication task. The green line represents the average trained assessors' number of correct matches in each session. The blue line represents the average consumers' number of correct matches computed on the three sessions.

- Consumers have fewer correct matches than trained assessors.
- Consumers use a proportion of specific terms as large as trained assessors, but they also use an important proportion of global and intensity terms.
- For consumers, taste as well as hedonic terms are efficient, whereas for trained assessors, global terms are inefficient.

#### Nature of used terms



#### Efficiency of used terms

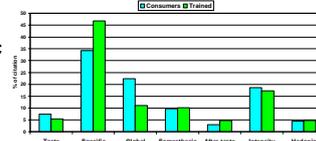
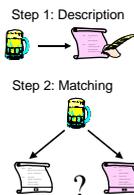


Fig 11. Nature and efficiency of terms used by consumers and trained assessors (average on the 3 sessions).

## Matching task

### Method



### Results

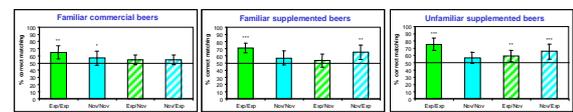


Fig 12. Percentages of correct matches for commercial, learned supplemented, and new supplemented beers. The horizontal axis represents the four matching conditions: Exp/Exp (experts matching experts' descriptions), Nov/Nov (novices matching novices' descriptions), Exp/Nov (experts matching novices' descriptions), Nov/Exp (novices matching experts' descriptions).

- Trained = consumers = chance level with consumers' description.
- Trained > consumers > chance level with trained assessors' description.
- Trained assessors' descriptions could be understood by consumers.

## Conclusion

- Concerning **perceptual performance**, consumers discriminated between beers as well as moderately trained assessors or highly trained assessors when beers are not learned by trained assessors.
- Moreover, consumers and trained assessors categorized beers similarly in sorting tasks.
- Concerning **memory performance**, consumers are as good as highly trained assessors when beers are not learned by trained assessors.
- Concerning **verbal performance**, although a large part of the terms used is common between consumers and trained assessors' beer descriptions, the communicative value of the vocabulary used by consumers is lower than the one of trained assessors.
- Consumers are able to perform perceptual tasks as well as moderately trained assessors. Nevertheless, when language is needed, consumers show lower performance than trained assessors.