



**HAL**  
open science

# Etude des concepts sensoriels dans le domaine du vin : de la représentation à la molécule

Jordi Ballester

► **To cite this version:**

Jordi Ballester. Etude des concepts sensoriels dans le domaine du vin : de la représentation à la molécule. Alimentation et Nutrition. environnement-santé, 2022. <tel-04122093>

**HAL Id: tel-04122093**

**<https://hal.inrae.fr/tel-04122093v1>**

Submitted on 8 Jun 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

**Document présenté en vue de l'obtention de  
l'Habilitation à Diriger des Recherches**

UNIVERSITE DE BOURGOGNE- FRANCHE COMTE

Ecole Doctorale Environnements – Santé

**ETUDE DES CONCEPTS SENSORIELS DANS LE DOMAINE DU VIN :  
DE LA REPRESENTATION A LA MOLECULE**

Jordi BALLESTER



**Jury**

Pr. Stéphanie MARCHAND-MARION (Rapportrice)

Pr André DIDIERJEAN (Rapporteur)

Dr. Anne SAINT-EVE (Rapportrice)

Dr. Stéphanie CHAMBARON-GINHAC

Pr. Marielle ADRIAN

Dr. Richard MARCHAL

ISVV- Université de Bordeaux

Université de Franche-Comté

INRAE-AgroParisTech

INRAE-CSGA

INRAE- Université de Bourgogne

Université de Reims Champagne-Ardenne



## Remerciements

Dans ma carrière d'enseignant chercheur un certain nombre de personnes m'ont fait confiance et m'ont soutenu dans les moments importants.

Toute ma gratitude à Yves Le Fur enseignant chercheur à l'Institut Agro Dijon pour avoir rendu possible ma thèse de doctorat. Merci également à Laurent Dulau de la société Lallemand qui a accepté de financer cette thèse en nous accordant beaucoup de liberté d'action. Cette thèse m'a permis de me former au métier de chercheur dans les meilleures conditions.

Dans la logique chronologique, je souhaite remercier Isabelle Lesschaeve, Andy Reynolds et Gary Pickering pour m'avoir permis de faire un post-doc au CCOVI. Cette étape a été très importante pour la suite de ma carrière.

Un grand merci à Michèle Guilloux-Bénatier, directrice de l'IUVV, pour l'accueil chaleureux et la confiance qu'elle m'a accordé à mon arrivée à l'IUVV.

Je remercie tout particulièrement Dominique Valentin, qui m'a ouvert les portes de son équipe de recherche et qui, d'une certaine façon, m'a appris le métier de chercheur. Ma carrière doit beaucoup à tout ce que j'ai appris pendant les 18 années que j'ai passé à ses côtés.

Merci également à Hervé Alexandre, avec qui je partage bureau depuis une quinzaine d'années. Merci pour les échanges sur l'œnologie, les collaborations et la bonne humeur qui ont fini par se matérialiser dans notre Petit Traité de Mythologie Œnologique.

Merci à mes camarades à l'IUVV, pour leur sympathie et leur esprit d'équipe. L'IUVV est comme une petite famille où on se sent bien.

Merci également à mes collègues du CSGA pour avoir créé cet environnement scientifique si stimulant.

En bien sûr, un grand merci à ma famille des deux côtés de la frontière, et en particulier à Gaëlle pour sa complicité sans faille.



## Avant-propos

Ma vocation première est sans doute le métier d'enseignant probablement par l'influence de mon père qui était enseignant lui-même. D'ailleurs, l'impact sociétal de mon activité professionnelle est surtout dû à mon activité en tant qu'enseignant. Je contribue à la formation des futurs œnologues qui par leur engagement et leur passion poussent la filière vers le haut, une filière qui représente un des secteurs économiques les plus importants de la France.

Je suis également passionné de recherche, en particulier de la recherche appliquée. Mis à part le bénéfice que la filière ou les consommateurs peuvent tirer de mes recherches, qui elles permettent d'enrichir et améliorer ma pratique de l'enseignement. Non seulement mes activités en recherche apportent du contenu à mes cours mais elles améliorent également les stratégies pédagogiques que je mets en place pour proposer à mes élèves une expérience d'apprentissage la plus aboutie possible. En effet, former des œnologues est en quelque sorte former des experts sensoriels. De ce fait, mes recherches sur l'expertise en vin sont une aide précieuse pour aborder la préparation de mes cours de dégustation. De plus, le fait de considérer l'effet de la culture dans certaines de mes études m'a permis de mieux aborder des groupes d'étudiants de cultures très hétérogènes, comme ceux à qui j'enseigne dans le cadre du MBA Wine Business à la Burgundy School of Business.

Toutes les expérimentations présentées dans ce document d'HDR ont été réalisées en dehors du cadre de ma thèse, réalisée à l'UMR FLAVIC à Dijon et soutenue en septembre 2004. Elles sont le fruit de collaborations avec plusieurs chercheurs français et étrangers de disciplines aussi variées que la psychologie, la biochimie, la microbiologie, l'économie, l'histoire ou la phonétique. Je n'ai donc pas un profil ultra spécialisé en une discipline spécifique, je me place plutôt à la croisée de disciplines pour observer les multiples facettes de chaque question de recherche que j'aborde.



## Table des matières

1	Introduction.....	1
2	Présentation du candidat .....	5
2.1	Curriculum Vitae .....	7
2.1.1	Postes occupés .....	7
2.1.2	Diplômes et parcours académique .....	8
2.2	Activités de recherche .....	9
2.2.1	Encadrement de la recherche .....	9
2.2.2	Collaborations scientifiques .....	12
<b>2.2.3</b>	<b>Participation à des projets multipartenaire.....</b>	<b>12</b>
2.2.4	Activités d'expertise .....	13
2.2.4.1	Participation à des jurys de thèse.....	13
2.2.4.2	Activités d'évaluation par les pairs pour des journaux internationaux.....	14
2.2.4.3	Autres activités d'expertise. ....	14
2.3	Responsabilités administratives .....	14
2.4	Liste de travaux publiés .....	15
3	Contexte théorique : effet de l'expertise sur la catégorisation et la conceptualisation dans le domaine du vin. ....	23
3.1	Concepts et catégories .....	25
3.2	Théories sur la structure des concepts et leur représentation en mémoire .....	26
3.2.1	La vision classique : catégories fondées sur des définitions .....	26
3.2.2	Catégories fondées sur la similarité .....	27
3.2.3	Catégories ad-hoc et fondées sur des théories.....	30
3.3	Influence de l'expertise dans les représentations liées aux vins et la bière .....	31
3.3.1	Apprentissage perceptif et pratique délibérée.....	31
3.3.2	L'expertise chimio-sensorielle.....	35
3.3.2.1	Détection.....	36
3.3.2.2	Discrimination .....	37
3.3.2.3	Capacités verbales. ....	38
3.3.2.4	Capacités mnésiques et organisation de connaissances .....	39
3.3.2.5	Processus ascendants et descendants dans l'évaluation du vin .....	43
4	Présentation de mes recherches.....	47
4.1	Effet de l'expertise sur la catégorisation des vins.....	51

4.1.1	Catégorisation des vins par cépage.....	51
4.1.2	1.2. La catégorisation du vin par catégorie de couleur : blanc, rouge et rosé...	58
4.1.3	La catégorisation des vins selon leur origine géographique.....	64
4.1.4	Une approche complète sur les catégories de vin du Beaujolais. ....	71
4.2	Etude multidisciplinaire de concepts mal définis : Le cas de la minéralité.....	86
4.2.1	Approches conceptuelles pour comprendre les représentations mentales sur la minéralité. ....	89
4.2.2	Approche sensorielle de la minéralité : sous-dimensions et modalités sensorielles.....	99
4.2.2.1	Etudes sur Chardonnay de Bourgogne. ....	100
4.2.2.2	Etude sur Sauvignon blanc.....	107
4.2.3	Approches chimiques : molécules potentiellement responsables de la minéralité. ....	112
4.2.3.1	Etude sur Chardonnay de Chablis.....	113
4.2.3.2	Etude sur Sauvignon blanc.....	114
4.2.4	L'Épilogue de la minéralité ? .....	118
5	Projet de recherche.....	120
5.1	AXE 1. Apprentissage de catégories sensorielles et organisation des connaissances. 122	
5.2	AXE 2. Représentations mentales et attitudes des consommateurs vis-à-vis de catégories de vins plus sains et durables. ....	125
6	Références bibliographiques.....	130

# 1 Introduction



Dans l'étude du vin confluent de nombreuses disciplines, les plus évidentes étant la chimie, la microbiologie, la biochimie, la géologie, et l'agronomie. Mais d'autres disciplines comme la psychologie, les neurosciences, l'histoire ou même la philosophie, trouvent dans le monde du vin un excellent "terrain de jeux" pour se développer.

La consommation de vin n'est pas essentielle dans la diète humaine, et il est donc légitime de se demander pourquoi le vin a une place aussi importante dans certaines cultures en particulier dans la culture française. Même si le vin a pu être une source importante de calories dans certains contextes historiques, sa contribution nutritionnelle est de nos jours pratiquement négligeable. Boire du vin répond aujourd'hui à d'autres raisons qui sont plus de l'ordre de l'expérience sensorielle, sociale et culturelle. Il est donc nécessaire de comprendre comment le vin est perçu, et pour cela il ne suffit pas de connaître sa composition chimique. Il est essentiel de comprendre également les caractéristiques physiologiques des systèmes sensoriels impliqués dans la perception, ainsi que les variables cognitives qui vont moduler l'intégration des sensations que le vin a déclenchées.

Le vin est un produit susceptible de produire des représentations mentales très riches car la consommation de vin a une composante historique forte, une composante symbolique également très importante, et une composante culturelle et économique considérable, surtout dans les pays producteurs. La présence d'alcool peut être un élément majeur de la représentation, en raison de son caractère toxique lié à des risques bien réels pour la santé, mais aussi pour certains par son caractère désinhibant qui peut agir comme une sorte de « lubrifiant social ». Enfin, n'oublions pas l'impact de la composante sensorielle, c'est-à-dire les attributs sensoriels associés à un type de vin, ainsi que le plaisir expérimenté lors de la dégustation. Par ailleurs, le monde du vin offre au consommateur un système de catégories dense et complexe, fondé sur des combinaisons de couleur, cépage, l'origine géographique, type de vinification, etc., face auquel ce consommateur est souvent démuni.

Ces multiples facettes du vin sont susceptibles d'alimenter des représentations mentales complexes, lesquelles sont dépendantes de l'expertise et la culture du dégustateur. Différentes représentations vont impacter de façon distincte la façon dont le vin est perçu et le comportement du dégustateur vis-à-vis du vin consommé.

Ma recherche s'est attachée à comprendre comment les dégustateurs catégorisent les vins, quels sont les contours de ces catégories et quel effet l'expertise et la culture exercent sur la catégorisation et sur la perception du vin en général.

Ce document sera divisé en quatre parties. La première consistera en une présentation succincte de ma carrière avec ma production scientifique et mes activités d'encadrement de la recherche et d'enseignement. La deuxième partie consistera en une revue de la littérature présentant le cadre théorique de mes recherches. Dans un premier temps un focus sera fait

sur les définitions des concepts et des catégories ainsi que sur les modèles de catégorisation. Ensuite je présenterai l'état de l'art sur l'influence de l'expertise dans la perception et la catégorisation, en ciblant particulièrement le vin et la bière.

Dans la troisième partie, je présenterai une partie représentative de mes recherches sur deux thématiques : l'effet de l'expertise sur la catégorisation des vins et l'étude d'un concept sensoriel mal défini, à savoir, la minéralité. La dernière partie sera consacrée à la présentation de mes projets de recherche à moyen terme.

## **2 Présentation du candidat**



## PRESENTATION DU CANDIDAT

### 2.1 Curriculum Vitae

Jordi BALLESTER PEREZ

Né le 13 Décembre 1971 à Valencia (Espagne)

Nationalité espagnole

Pacsé-Pas d'enfants

**Adresse personnelle :** 35C rue Charles Dumont 21000 Dijon, Téléphone 03 80 28 74 79

#### **Adresses professionnelles :**

##### Enseignement :

Institut Universitaire de la Vigne et du Vin,  
Université de Bourgogne Franche Comté  
Campus Montmuzard, rue Claude Ladrey,  
BP 21078 DIJON Cedex  
Tél. 33 (0)3 80 39 63 93  
[jordi.ballester@u-bourgogne.fr](mailto:jordi.ballester@u-bourgogne.fr)  
<http://www.u-bourgogne.fr/IUVV>

##### Recherche :

Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation,  
UMR6265 CNRS, UMR1324 INRA,  
Université de Bourgogne Franche Comté  
INRAE, 17 Rue Sully- 21065 DIJON - Cedex  
Tél. 33 (0)3 80 69 37 16  
[www2.dijon.inrae.fr/csga/site\\_fr/equipe\\_9.php](http://www2.dijon.inrae.fr/csga/site_fr/equipe_9.php)

#### 2.1.1 Postes occupés

Depuis 2006 : Maître de Conférences :

- Enseignement à l'Institut de la Vigne et du Vin (IUVV), Université de Bourgogne. Discipline enseignée : Méthodologie sensorielle et dégustation, dans les diplômes universitaires suivants : Diplôme National d'Œnologie, M2 Procédés Fermentaires pour l'Agro-Alimentaire, M2 Vigne Vin et Terroir, L3 Commerce des vins et œnotourisme, DU Technicien en Œnologie, DU Apprendre et Comprendre la Dégustation de Vin.
  - 192 HETD et 64 HETD complémentaires à l'Université de Bourgogne (moyenne des 5 dernières années)
  - 6 HETD par an Mastère Commerce des Vins et Spiritueux, BSB Dijon
  - 30 HETD par an MBA Wine and Spirits Business, BSB Dijon (depuis 2009, cours en anglais)
  - 30 HETD par an Bachelor Wine Tourism (depuis 2016, cours en anglais)
- Recherche au Centre Européen des Sciences du Gout (Dir : Benoist Schaal), devenu en 2010 l'UMR Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation, CNRS, INRAE, Institut Agro, Université de Bourgogne-Franche Comté (Dir : Luc Penicaud de 2010 à 2017, Lionel Breillon de 2017 à 2022, Loic Briand depuis 2020). J'effectue mes recherches sur les effets de l'expertise et la culture sur la description et la catégorisation de vin, dans

l'équipe « Culture, Expertise, Perception », précédemment nommée « Psychologie cognitive des sens chimiques », dirigée par Dominique Valentin jusqu'à 2020. J'assume la direction de cette équipe depuis 2020.

*Août 2005 – juillet 2006.* Stage postdoctoral au "Cool Climate Oenology and Viticulture Institute". Brock University. St. Catharines, Ontario, Canada. « Recherche de marqueurs de l'authenticité des vins de glace : étude de la composition en composés volatils »

Septembre 2004 à juillet 2005. ½ poste d'ATER à l'École Nationale Supérieure de Biologie Appliquée à la Nutrition et à l'Alimentation (ENSBANA), Université de Bourgogne, Dijon.

- Enseignement : Formulation alimentaire (TP-TD), en formation d'ingénieurs en sciences des aliments.
- Recherche : Centre Européen des Sciences du Gout (Dir : Benoist Schaal), dans l'équipe Psychologie cognitive des sens chimiques (Dir : Dominique Valentin). Travaux sur les « Effets de l'expertise et la culture sur la description et la catégorisation de vin ».

Mars à août 2004 : ½ poste d'ATER à l'IUVV, Université de Bourgogne, Dijon.

- Enseignement : Méthodologie sensorielle et dégustation. (TP-TD). Niveau : Diplôme National d'Œnologie
- Recherche : UMR FLAVIC (Dir : Patrick Etiévant). Travaux sur la « Mise en évidence d'un espace sensoriel et caractérisation des marqueurs relatifs à l'arôme des vins issus du cépage Chardonnay »

### *2.1.2 Diplômes et parcours académique*

*Doctorat en Sciences des Aliments (2000-2004) :* Obtenu le 21 septembre 2004 sous la direction de M. Patrick Etiévant (France), M. Yves Le Fur (France) et Mme Amparo Chiralt (Espagne). Cotutelle Hispano-française. Financé par Lallemand S.A. et la Région Bourgogne. « Mise en évidence d'un espace sensoriel et caractérisation des marqueurs relatifs à l'arôme des vins issus du cépage Chardonnay »

*Séjour ERASMUS (1998-1999) :* semestre académique à l'ENSAIA de Nancy (3<sup>ème</sup> année de formation d'ingénieurs option « Formulation des aliments »), et stage de 6 mois au Laboratoire de Biochimie Alimentaire de l'ENESAD (actuellement Agrosup Dijon), sur la « Caractérisation de l'influence aromatique de six souches de levures sur les vins de Chardonnay par la méthode olfactométrique », encadré par M. Yves Le Fur et par M. Jean-Marie Meunier. Ce stage m'a permis d'obtenir une équivalence de DEA par l'école doctorale des sciences de la vie et de la santé (actuellement E2S).

*Diplôme en Science et Technologie des Aliments (Bac + 5). (1997-2000).* Obtenu à l'Université Polytechnique de Valencia (Espagne).

### *Autres formations.*

Formation SST (à jour)

Gérer efficacement ses contenus et structurer son espace de cours Plubel (janvier 2018, Dijon)

Participation à l'Université Numérique d'Automne (Octobre 2017, Dijon)

## 2.2 Activités de recherche

Depuis septembre 2020, responsable de l'équipe Culture Expertise et Perception du CSGA.

### 2.2.1 *Encadrement de la recherche*

- **Co-encadrement de travaux de thèse avec autorisation de l'Ecole Doctorale.**
  - **co-direction** (50% d'encadrement), avec le Dr Dominique Valentin (CSGA), de la thèse d'*Heber Rodrigues Silva* « Minéralité des Vins : parlons-en ! La conceptualisation d'un descripteur sensoriel mal défini ». Thèse de l'Université de Bourgogne, soutenue le 11 octobre 2016. Financement : Projet intégré de recherche-innovation du PARI (CRECEP) : DINOS vigne, vin et terroir, (2011-2014), complété par un contrat d'étude avec le BIVB. Cette thèse a été valorisée par les publications n° 1, 19, 28 et les communication n° 48, 66, 67, 68. Heber Rodrigues est actuellement enseignant chercheur au UK Center for Excellence on Wine Research, au Plumpton College (Brighton, UK).
  - **co-encadrement scientifique** (33% d'encadrement), de la thèse de *Carole Honoré-Chedozeau*, dirigée par le Dr Dominique Valentin (CSGA) et le Dr Sylvie Chollet (l'ISA de Lille) « Faire la différence entre deux crus : du tout cuit ? : Effet de l'expertise sur les représentations conceptuelles et perceptuelles des vins du Beaujolais ». Thèse de l'Université de Bourgogne, soutenue le 5 mai 2017. Bourse CIFFRE en collaboration avec la SICAREX Beaujolais. Cette thèse a été valorisée par les publications n° 4, 8 et 20, ainsi que les communications n° 46 et 64. Carole Honoré-Chedozeau est actuellement chercheuse et œnologue en CDI à la SICAREX Beaujolais.
- **Contribution à l'encadrement d'autres thèses, sans reconnaissance par l'école doctorale**
  - *Julien Jaffré (2009)*. « Arômes du vin : de la physico-chimie des composés clés à la perception et aux représentations ». Sous la direction de Dominique Valentin et Yves Le Fur. Ce travail a été valorisée par les communications n° 56, 58, 59 et 60.
  - *Jennifer Langlois (2010)*. « Les expertises dans le domaine du vin : cas du concept de

- vin de garde ». Sous la direction de Catherine Dacremont et Dominique Peyron. Ce travail a été valorisée par les publications n° 34 et 35 et les communications n° 57 et 111.
- *Mohand Sadoudi (2014)*. « Intérêts biotechnologiques des levures indigènes non saccharomyces ». Sous la direction de Raphaëlle Tourdot-Marechal, Herve Alexandre et de Sandrine Rousseaux. Ce travail a été valorisée par la publication n° 33 et la communication n° 109.
  - *Cédric Grangeteau (2016)* Biodiversité fongique du raisin au vin : impact de l'activité anthropique. Sous la direction de Michèle Guilloux-Bénatier. Ce travail a été valorisée par la communication n° 51.
  - *Scott Simonin (2019)* Etude de la bio-protection en œnologie. Sous la direction de Raphaëlle Tourdot-Marechal et Herve Alexandre. Ce travail a été valorisée par la publication n° 5.
  - *Fanny Bordet (2022)* « Interactome entre micro-organismes au cours la fermentation alcoolique des vins ». Sous la direction de Hervé Alexandre et de Chloé Roullier-Gall. Ce travail a été valorisée par la publication n° 3.
- **Co-supervision de 4 post-doctorants**, avec Dominique Valentin. Trois d'entre eux ont obtenu un financement espagnol et l'autre un financement de la Région Bourgogne (Projet intégré de recherche-innovation du PARI (CSGA) : Perception, apprentissage et développement des préférences pour les mélanges alimentaires, 2011-2014). J'ai accompagné les post-docs dans la définition des objectifs, la planification de leurs travaux et la mise en place de leurs expériences. J'ai également participé à l'écriture des articles scientifiques qui ont résulté de leurs travaux.
    - *Eva Maria Campo-Sahagun (2008-2009)* : Développement d'une méthode descriptive basée sur les fréquences de citation. Les dimensions extrinsèques de la qualité perçue des vins de Chardonnay. Ce travail a été valorisé par les publications n° 31, 34, 35 et les communications n° 54, 73). Eva Maria Campo-Sahagun est actuellement chercheuse au laboratoire « Aliments d'origine végétale » de l'Université de Zaragoza.
    - *Maria-Pilar Saenz-Navajas (2013)* : Les dimensions intrinsèques de la qualité perçue des vins rouges : effet de la culture et du niveau d'expertise. Ce travail a été valorisé par les publications n° 26, 29, 30, 31, 47, 51 et la communication n° 54. Maria-Pilar Saenz-Navajas est actuellement chercheuse à l'Institut des Instituto de Ciencias de la Vid y del Vino, à La Rioja (Espagne).
    - *Christelle Pêcher (2011-2013)* : Etude sur les mécanismes de catégorisation des odeurs complexes : le cas du vin. Ce travail a été valorisé par la publication n° 30 et les communications n° 71 et 72. Christelle Pêcher est actuellement chargée de mission d'appui au développement de Masters internationaux à l'Institut Agro Dijon.
    - *Ernesto Franco-Luesma (2017-2018)* : Effet de l'expertise dans la catégorisation de vins impactés par la présence de molécules d'oxydation et de réduction. Ce travail de post-

doc a été valorisée par la publication n° 9 et la communication n° 45. Ernesto Franco a obtenu récemment le titre d'œnologue et est actuellement en CDD à l'Université de La Rioja (Espagne).

- **Accueil et supervision temporaire de masters, doctorants et post doctorants étrangers.**
  - *Mihaela Mihnea (deux mois en 2009)*. Doctorante de l'Université de Burgos (Espagne). Etude du concept sensoriel « minéralité » dans les vins de Chardonnay de Bourgogne. Ce travail a été valorisée par les publications n° 32 et la communication n° 110
  - *Aimee Hasenbeck (deux mois en 2012)*. Master of Science program, University of Arkansas (USA). Cross-cultural differences in the emotional responses evoked by wine odors between French and North American populations. Ce travail a été valorisée par la communication n° 72
  - *Ernesto Franco-Luesma (trois mois en 2015)*. Doctorant de l'Université de Zaragoza (Espagne). Etude de l'impact sensoriel sur l'arôme du vin de trois molécules : H2S, MeSH and DMS. Ce travail a été valorisée par la publication n° 23 et la communication n° 42.
  - *Mihaela Mihnea (deux semaines 2015)*. Post-doctorante de l'Université de Stellenbosch (Afrique du Sud). La perception et la description des vins de Syrah : étude cross-culturelle entre la France et L'Afrique du Sud. Ce travail a été valorisée par les communications n° 43 et 69.
  - *Samantha C. Fairbairn (un mois en 2019)*. Doctorante de l'Université de Stellenbosch (Afrique du Sud). Creating a wine-like aroma in a grape juice-like matrix.

- **Autres encadrements scientifiques à niveau Bac +4 et Bac +5.**

Depuis ma prise de fonction à l'IUVV et au CSGA j'ai eu l'occasion d'encadrer ou tuteur les travaux d'étudiants en DNO, et plus tard en Master 1 ou en Master 2. Les sujets de stage en DNO sont de niveau bac +5 et combinent des aspects de production et de recherche. Il arrive que des résultats de stage DNO soient valorisés dans des publications scientifiques ou des présentations à des congrès internationaux (comme par exemple les publications 17 et 25). Un tableau résumé de mes encadrements de mémoires à niveau Bac+4 et Bac+5 est présenté ci-dessous.

Diplôme	Encadrés en tant que tuteur	Encadrés en tant que maître de stage	Valorisation publication/congrès	Valorisation technique/filière
DNO	59		5	2
M1 QAS		8	5	
M1 ICAP		1		2
M1 PNAS		1		1
M2 QAS		1	1	
M2 PFAA	9			
M2 VVT		1	1	
Ing. AgroParisTech		1	2	

### 2.2.2 Collaborations scientifiques

- **Collaborations nationales**

Pr R. Gougeon, UMR PAM Equipe PCAV, UB, Dijon

Pr H. Alexandre, UMR PAM Equipe VALMIS, UB, Dijon

Dr S. Rousseaux, UMR PAM Equipe VALMIS, UB, Dijon

Dr R. Symoneaux, Lab GRAPPE, ESA, Angers

Pr P. Darriet, ISVV, Bordeaux

Dr L. Nobile, Centre Pluridisciplinaire Textes et Cultures, UB, Dijon

Dr O. Jacquet, Centre Georges Chevrier UMR Cnrs uB 7366, Dijon

- **Collaborations internationales**

Pr H. Abdi, School of Behavioral and Brain Sciences, The University of Texas at Dallas, Etats-Unis

Pr W. Parr, Department of Wine, Food & Molecular Biosciences, Lincoln University, Nouvelle-Zélande

Pr V. Ferreira, Laboratory for Aroma Analysis and Enology (LAAE), Universidad de Zaragoza, Espagne

Pr P. Fernandez-Zurbano, Department of Chemistry, Universidad de La Rioja, Espagne

Pr P. Schmitt-Kopplin, HelmHoltz Zentrum München, Allemagne

Pr B. Smith, Centre for the Study of the Senses, University of London, Royaume Uni

Pr W. du Toit, Department of Viticulture and Oenology, Stellenbosch University, Afrique du Sud

Pr F. Bauer, Institute for Wine Biotechnology, Stellenbosch University, Afrique du Sud

Pr H. Nieuwoudt, Institute for Wine Biotechnology, Stellenbosch University, Afrique du Sud

Dr M. Mihnea, Culinary Arts and Meal Science. Örebro university, Suède.

### 2.2.3 Participation à des projets multipartenaire.

- **Régionaux.**

Projet intégré de recherche-innovation du PARI (CSGA) : MELALIM Rôle des processus sensoriels cognitifs et comportementaux dans la perception de mélanges impliqués dans la saveur des aliments (2008-2010)

Projet intégré de recherche-innovation du PARI (CSGA) : Perception, apprentissage et développement des préférences pour les mélanges alimentaires (2011-2014)

Projet intégré de recherche-innovation du PARI (CRECEP) : DINOS vigne, vin et terroir (2011-2014)

Projet intégré de recherche-innovation du PARI II (CSGA) : Sensorialité, Comportement Alimentaire, Bien Être, Santé (2014-2017)

Projet intégré de recherche-innovation du PARI II (Pôle Vigne et Vin) : Projet Intégré Vigne et Vin : la construction de la qualité (2014-2017)

Chardonnay+ : Expertise pour un vieillissement optimisé des vins blancs. CSGA, UMR PAM, laboratoire Aromalyse. (2018-2021)

ALIVE : Qualité Levain Indigène Vin Fromage. CSGA, UMR PAM, URTAL. (2020-2023)

- **Nationaux**

Convention CIFRE N° 2013/1066. Apprentissage et généralisation de catégories sensorielles : application aux vins de Gamay. Structure porteuse du projet : SICAREX Beaujolais. (2014-2017)

FUI OCTAVE D072RAFUI2015C. Nouveaux obturateurs et expertises à haute valeur ajoutée pour un meilleur vieillissement des vins blancs. Structure porteuse du projet : VECT'OEUR, Partenaires : CSGA, UMR PAM, ICB, SPARFLEX, Michael Paetzold. (2015-2018)

#### *2.2.4 Activités d'expertise*

##### *2.2.4.1 Participation à des jurys de thèse*

Examineur dans les soutenances de thèse de doctorat suivantes :

1-Thèse d'Armin Schuttler intitulée « Influencing factors on aromatic typicality of wines from *Vitis Vinifera* L. cv. Riesling - sensory, chemical and viticultural insights ». ISVV/ Université de Bordeaux, 18 décembre 2012.

2-Thèse de Mariana González intitulée « Efecto en el perfil aromático del vino por la presencia de fungicidas en uva y por el proceso de elaboración de vinos dulces ». Universidad de Vigo. Ourense, Espagne, 3 décembre 2013

3-Thèse d'Arancha de la Fuente-Blanco intitulée « Perceptual interactions between aroma vectors and wine sensory properties. Consequences for aroma modeling ». Universidad de Zaragoza, Espagne. 16 juillet 2019

4- Thèse de Sara Windholz intitulée « La réduction des sulfites en vinification et l'utilisation de levures à activité bioprotectrice. Approche microbiologique, chimique et sensorielle ». ISVV/ Université de Bordeaux. 15 décembre 2020

#### 2.2.4.2 Activités d'évaluation par les pairs pour des journaux internationaux.

Reviewer pour les journaux American Journal of Enology and Viticulture (4), Beverages (3), British Food Journal (2), Color Research and Application (1), Current Opinions in Food Science (1), European Food Research and Technology(11), Food Quality and Preference (8), Food Research International (3), Foods (3), Flavour and Fragrance Journal (3), International Journal of Wine Business Research (1), Italian Journal of Food Science (1), Journal of Agricultural and Food Chemistry (1), Journal of the Science of Food and Agriculture (6), Journal International des Sciences de la Vigne et Vin (2), Journal of Sensory Studies (1), Journal of Wine Research (3), LWT - Food Science and Technology (2), Multisensory Research (1), Oeno One (5), PeerJ (1).

#### 2.2.4.3 Autres activités d'expertise.

Participation au comité de sélection (examen des candidatures et auditions) pour le poste de MCF "Chimie des composants du goût - Structure, propriétés physicochimiques et sensorielles des constituants du raisin et du vin" Institut des Sciences de la Vigne et du Vin-Université Bordeaux Segalen (26 avril et 29 mai 2013).

Expert ANRT en 2013, France AGRIMER en 2015 et ANR en 2020.

Editeur Associé du journal Oeno One depuis 2016.

Membre du comité scientifique du congrès Wine Active Compounds depuis 2008.

### 2.3 Responsabilités administratives

**Créateur et responsable pédagogique du Diplôme Universitaire Apprendre et Comprendre la Dégustation de Vin (depuis 2018).** Définition des objectifs pédagogiques, création du contenu. Contacts et gestion des intervenants. Gestion logistique. Evaluations. Suivi du devenir des étudiants.

**Correspondant Handicap de l'Institut Universitaire de la Vigne et du Vin.** Accompagnement des étudiants ou personnel de l'IUVV ayant un handicap. Mise à disposition de matériel ou des solutions adaptées au handicap.

**Coordinateur de la partie française du dossier Erasmus Mundus du projet de master « Sparkling Wine International Master ».** Porté par l'Université de Padova (Italie) avec comme partenaire l'Université Rovira i Virgili de Tarragone (Espagne). Ce projet a été soumis en 2018 et 2019 et malheureusement, rejeté les deux fois par la commission européenne.

**Membre du Conseil de l'Institut Universitaire de la Vigne et du Vin.** Participation aux discussions et vote sur tous les aspects de la vie de l'IUVV : gouvernance, budget, gestion des crises, recrutements, stratégies de développement à court et à long terme.

**Membre du Conseil d'Unité du Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation (2014-2020).** Organe consultatif du Directeur d'Unité du CSGA.

**Responsable informatique de l'IUVV (depuis 2006).** Gestion du parc informatique de l'institut pour les aspects réseau, logiciels et sécurité numérique.

## 2.4 Liste de travaux publiés

Facteur h/n (n est le nombre d'années depuis la première publication) :  $16 / (2020-2004) = 1$   
(Source facteur h : Mendeley basé sur mon ORCID)

Dans la liste suivante, les noms soulignés sont ceux des étudiants dont j'ai encadré les travaux.

Publications dans des journaux internationaux référencés avec comité de lecture :

1. Rodrigues, H., Valentin, D., Otheguy, M., et **Ballester, J.** (2022). How to make a mineral wine? Relationship between production type in the Chablis vineyard and the search for a mineral wine style. *Oeno One*, 56(2), 29–45. <https://doi.org/10.20870/oenone.2022.56.2.4856>
2. Valentin, D., Valente, C., **Ballester, J.**, Symoneaux, R., Smith, I., Bauer, F. F., et Nieuwoudt, H. (2021). The impact of “wine country of origin” on the perception of wines by south african and french wine consumers : A cross-cultural comparison. *Foods*, 10(8). <https://doi.org/10.3390/foods10081710>
3. Bordet, F., Roullier-Gall, C., **Ballester, J.**, Vichi, S., Quintanilla-Casas, B., Gougeon, R. D., Julien-Ortiz, A., Kopplin, P. S., et Alexandre, H. (2021). Different wines from different yeasts? “*saccharomyces cerevisiae* intraspecies differentiation by metabolomic signature and sensory patterns in wine.” *Microorganisms*, 9(11), 1–17. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9112327>
4. Honoré-Chedozeau, C., Chollet, S., Lelièvre-Desmas, M., **Ballester, J.**, et Valentin, D. (2020). From perceptual to conceptual categorization of wines: What is the effect of expertise? *Food Quality and Preference*, 80. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2019.103806>
5. Simonin, S., Roullier-Gall, C., **Ballester, J.**, Schmitt-Kopplin, P., Quintanilla-Casas, B., Vichi, S., Peyron, D., Alexandre, H., et Tourdot-Maréchal, R. (2020). Bio-Protection as an Alternative to Sulphites: Impact on Chemical and Microbial Characteristics of Red Wines. *Frontiers in Microbiology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.01308>
6. Biehlmann, M., Nazaryan, S., Krauss, E., Ardeza, M. I., Flahaut, S., Figueredo, G., **Ballester, J.**, Lafarge, C., Bou-Maroun, E., et Coelho, C. (2020). How Chemical and Sensorial Markers Reflect Gentic Geographic Origin in Chardonnay Wine Macerated with *Gentiana lutea* Roots? *Foods*, 9(8), 1061. <https://doi.org/10.3390/foods9081061>
7. Garrido-Bañuelos, G., **Ballester, J.**, Buica, A., et Mihnea, M. (2020). Exploring the Typicality, Sensory Space, and Chemical Composition of Swedish Solaris Wines. *Foods*, 9(8), 1107.
8. Honoré-Chedozeau, C., Lelièvre-Desmas, M., **Ballester, J.**, Parr, W. et Chollet, S. (2019) Representation of wine and beer: influence of expertise. *Current Opinion in Food Science*, 27, Issue 1. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2019.07.002>
9. Franco-Luesma, E., Honoré-Chedozeau, C., **Ballester, J.**, et Valentin, D. (2019). Oxidation in wine: Does expertise influence the perception? *LWT- Food Science and Technology*, 116. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108511>
10. Romanet, R., Coelho, C., Liu, Y., Bahut, F., **Ballester, J.**, Nikolantonaki, M., et Gougeon, R. D. (2019). The antioxidant potential of white wines relies on the chemistry of sulfur-containing

- compounds: An optimized DPPH assay. *Molecules*, 24(7). <https://doi.org/10.3390/molecules24071353>
11. Karbowski, T., Crouvisier-Urien, K., Lagorce, A., **Ballester, J.**, Geoffroy, A., Roullier-Gall, C., Chanut, J., Gougeon, R. D., Schmitt-Kopplin, P., et Bellat, J. P. (2019). Wine aging: a bottle-neck story. *Npj Science of Food*, 3(1).
  12. Arvisenet, G., **Ballester, J.**, Ayed, C., Sémon, E., Andriot, I., Le Quere, J.-L., et Guichard, E. (2019). Effect of sugar and acid composition, aroma release, and assessment conditions on aroma enhancement by taste in model wines. *Food Quality and Preference*, 71. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2018.07.001>
  13. Manescu, S., Poupon, D., **Ballester, J.**, Abdi, H., Valentin, D., Lepore, F., et Frasnelli, J. (2018). Early-blind Individuals Show Impaired Performance in Wine Odor Categorization. *Neuroscience*. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2018.08.012>
  14. Parr, W., Maltman, A., Easton, S., et **Ballester, J.** (2018). Minerality in Wine: Towards the Reality behind the Myths. *Beverages*. <https://doi.org/10.3390/beverages4040077>
  15. Coelho, C., Julien, P., Nikolantonaki, M., Noret, L., Magne, M., **Ballester, J.**, et Gougeon, R. D. (2018). Molecular and macromolecular changes in bottle-aged white wines reflect oxidative evolution-impact of must clarification and bottle closure. *Frontiers in Chemistry*, 6(APR). <https://doi.org/10.3389/fchem.2018.00095>
  16. Nikolantonaki, M., Julien, P., Coelho, C., Roullier-Gall, C., **Ballester, J.**, Schmitt-Kopplin, P., et Gougeon, R. D. (2018). Impact of glutathione on wines oxidative stability: A combined sensory and metabolomic study. *Frontiers in Chemistry*, 6(JUN). <https://doi.org/10.3389/fchem.2018.00182>
  17. **Ballester, J.**, Magne, M., Julien, P., Noret, L., Nikolantonaki, M., Coelho, C., et Gougeon, R. (2018). Sensory Impact of Polyphenolic Composition on the Oxidative Notes of Chardonnay Wines. *Beverages*, 4(1), 19. <https://doi.org/10.3390/beverages4010019>
  18. Smith, B. C., Sester, C., **Ballester, J.**, et Deroy, O. (2017). The perceptual categorisation of blended and single malt Scotch whiskies. *Flavour*, 6(1). <https://doi.org/10.1186/s13411-017-0056-x>
  19. Rodrigues, H., Sáenz-Navajas, M.-P., Franco-Luesma, E., Valentin, D., Fernández-Zurbano, P., Ferreira, V., De La Fuente Blanco, A., et **Ballester, J.** (2017). Sensory and chemical drivers of wine minerality aroma: An application to Chablis wines. *Food Chemistry*, 230. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.03.036>
  20. Honoré-Chedozeau, C., Lelièvre-Desmas, M., **Ballester, J.**, Chollet, S., et Valentin, D. (2017). Knowledge representation among assessors through free hierarchical sorting and a semi-directed interview: Exploring Beaujolais wines. *Food Quality and Preference*, 57. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2016.11.008>
  21. Blanquet, J., Le Fur, Y., et **Ballester, J.** (2017). Computerized delimitation of odorant areas in gas-chromatography-olfactometry by kernel density estimation: Data processing on French white wines. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 167. <https://doi.org/10.1016/j.chemolab.2017.05.015>
  22. Parr, W. V., Valentin, D., Breitmeyer, J., Peyron, D., Darriet, P., Sherlock, R., Robinson, B., Grose, C., et **Ballester, J.** (2016). Perceived minerality in sauvignon blanc wine: Chemical reality or cultural construct? *Food Research International*, 87. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.06.026>
  23. Franco-Luesma, E., Sáenz-Navajas, M.-P., Valentin, D., **Ballester, J.**, Rodrigues, H., et Ferreira, V. (2016). Study of the effect of H<sub>2</sub>S, MeSH and DMS on the sensory profile of wine model solutions by Rate-All-That-Apply (RATA). *Food Research International*, 87. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.07.004>
  24. Valentin, D., Parr, W. V., Peyron, D., Grose, C., et **Ballester, J.** (2016). Colour as a driver of Pinot noir wine quality judgments: An investigation involving French and New Zealand wine professionals. *Food Quality and Preference*, 48. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2015.10.003>

25. Arvisenet, G., Guichard, E., et **Ballester, J.** (2016). Taste-aroma interaction in model wines: Effect of training and expertise. *Food Quality and Preference*, 52. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2016.05.001>
26. Sáenz-Navajas, M.-P., Avizcuri, J.-M., **Ballester, J.**, Fernández-Zurbano, P., Ferreira, V., Peyron, D., et Valentin, D. (2015). Sensory-active compounds influencing wine experts' and consumers' perception of red wine intrinsic quality. *LWT - Food Science and Technology*, 60(1). <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.09.026>
27. Parr, W. V., **Ballester, J.**, Peyron, D., Grose, C., et Valentin, D. (2015). Perceived minerality in Sauvignon wines: Influence of culture and perception mode. *Food Quality and Preference*, 41. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2014.12.001>
28. Rodrigues, H., **Ballester, J.**, Saenz-Navajas, M. P., et Valentin, D. (2015). Structural approach of social representation: Application to the concept of wine minerality in experts and consumers. *Food Quality and Preference*, 46. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2015.07.019>
29. Sáenz-Navajas, M.-P., **Ballester, J.**, Peyron, D., et Valentin, D. (2014). Extrinsic attributes responsible for red wine quality perception: A cross-cultural study between France and Spain. *Food Quality and Preference*, 35. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2014.02.005>
30. Sáenz-Navajas, M.-P., **Ballester, J.**, Pêcher, C., Peyron, D., et Valentin, D. (2013). Sensory drivers of intrinsic quality of red wines. Effect of culture and level of expertise. *Food Research International*, 54(2). <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.09.048>
31. Sáenz-Navajas, M.-P., Campo, E., Sutan, A., **Ballester, J.**, et Valentin, D. (2013). Perception of wine quality according to extrinsic cues: The case of Burgundy wine consumers. *Food Quality and Preference*, 27(1). <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2012.06.006>
32. **Ballester, J.**, Mihnea, M., Peyron, D., et Valentin, D. (2013). Exploring minerality of Burgundy Chardonnay wines: A sensory approach with wine experts and trained panellists. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 19(2). <https://doi.org/10.1111/ajgw.12024>
33. Sadoudi, M., Tourdot-Maréchal, R., Rousseaux, S., Steyer, D., Gallardo-Chacón, J.-J., **Ballester, J.**, Vichi, S., Guérin-Schneider, R., Caixach, J., et Alexandre, H. (2012). Yeast-yeast interactions revealed by aromatic profile analysis of Sauvignon Blanc wine fermented by single or co-culture of non-Saccharomyces and Saccharomyces yeasts. *Food Microbiology*, 32(2). <https://doi.org/10.1016/j.fm.2012.06.006>
34. Langlois, J., **Ballester, J.**, Campo, E., Dacremont, C., et Peyron, D. (2010). Combining olfactory and gustatory clues in the judgment of aging potential of red wine by wine professionals. *American Journal of Enology and Viticulture*, 61(1).
35. Campo, E., **Ballester, J.**, Langlois, J., Dacremont, C., et Valentin, D. (2010). Comparison of conventional descriptive analysis and a citation frequency-based descriptive method for odor profiling: An application to Burgundy Pinot noir wines. *Food Quality and Preference*, 21(1). <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2009.08.001>
36. **Ballester, J.**, Abdi, H., Langlois, J., Peyron, D., et Valentin, D. (2009). The odor of colors: Can wine experts and novices distinguish the odors of white, red, and rosé wines? *Chemosensory Perception*, 2(4). <https://doi.org/10.1007/s12078-009-9058-0>
37. **Ballester, J.**, Patris, B., Symoneaux, R., et Valentin, D. (2008). Conceptual vs. perceptual wine spaces: Does expertise matter? *Food Quality and Preference*, 19(3). <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2007.08.001>
38. Lorrain, B., **Ballester, J.**, Thomas-Danguin, T., Blanquet, J., Meunier, J. M., et Le Fur, Y. (2006). Selection of potential impact odorants and sensory validation of their importance in typical chardonnay wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(11). <https://doi.org/10.1021/jf052350g>
39. **Ballester, J.**, Dacremont, C., Le Fur, Y., et Etiévant, P. (2005). The role of olfaction in the elaboration and use of the Chardonnay wine concept. *Food Quality and Preference*, 16(4). <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2004.06.001>

40. Cadelon, M., **Ballester, J.**, Uscidda, N., Blanquet, J., et Le Fur, Y. (2004). Sensory methodology developed for the investigation of Sciaccarello wine concept. *Journal International Des Sciences de La Vigne et Du Vin*, 38(2). <https://doi.org/10.20870/oenone.2004.38.2.924>

Chapitres d'ouvrages et actes de colloques internationaux avec comité de lecture (CH= chapitre ; O= orale ; P=poster, \*=présentateur):

41. **Ballester J\*** (2020) In search of the taste of terroir: a challenge for sensory science. Online proceedings of XIIIth International Terroir Congress, Adelaide 17-18 November 2020. (O)
42. Franco-Luesma E\*, **Ballester J**, Honoré-Chedozeau, C, Barthod, M, Pierce S, Valentin, D (2018) Inter-individual differences in wine tasting: the case of dimethylsulfide Actes du 2018 SPISE Meeting, Da Nang, Vietnam: July 20 to July 30, 2018. (O)
43. Mihnea M\*, **Ballester J**, Peyron D, Brand J, Du Toit W, Valentin D. (2017) Does familiarity affect French and South African shiraz experts' perception and communication on shiraz wines? Wine Active Compounds 2017 International Conference, Beaune (France), 29-31 Mars, 2017 (P)
44. Nobile L et **Ballester J**, (2017) Du gout des mets au son des mots. Recherches expérimentales sur le symbolisme phonétique des goûts et les arômes. Dans « Les français à table ». Ed. Françoise Argod-Dutard. Presses Universitaires de Rennes, p. 125-144. ISBN 978-2-7535-5539-6. (CH)
45. Franco-Luesma E\*, Sáenz-Navajas M-P, Valentin D, **Ballester J**, Rodrigues H, Ferreira V. (2017) Check-all-that apply (cata), rate-all-that apply (rata) and napping® as tools for discriminating reductive off-odors in wines. Wine Active Compounds 2017 International Conference, Beaune (France), 29-30-31 Mars, 2017 p. (P)
46. Honoré-Chedozeau C\*, Lelièvre-Desmas M, **Ballester J**, Chollet S, Chatelet B. Valentin D. (2016) Vineyards and grape varieties: What is going on in wine professional and consumer minds? XI International Terroir Congress, Juillet 2016. McMinnville, OR, EEUU. (P)
47. Sáenz-Navajas MP, **Ballester J**, Fernández-Zurbano P, Ferreira V, Peyron D, Valentin D. (2016) Wine Quality Perception: a Sensory Point of View. (Chapter 6) In: Wine safety, consumer preference and human health. Victoria Moreno-Arribas et Begoña Bartolomé-Sualdea Ed. Springer International Publishing, p. 119-138. (CH)
48. Rodrigues H\*, **Ballester J**, Valentin D. (2015) Effet du vieillissement sur la perception sensorielle de la minéralité des vins Chablis 1er Cru. Actes du 10ème Symposium International d'Œnologie de Bordeaux, 29 juin-1 juillet, Bordeaux. P. 681-685 (O)
49. Honoré-Chedozeau C\*, **Ballester J**, Chatelet B et Lempereur V. (2015) Wine competition: From between-juries consistency to sensory perception of consumers. 38th OIV Congress, Mainz 2015 – 8-9 Juillet. BIO Web of Conferences 5, 03009 (2015) (O)
50. **Ballester J\***, Jacquet O\* (2014). Feminin vs. masculin: the sensorial opposition between Chambolle-Musigny and Gevrey-Chambertin wines and the socioeconomical construction of a terroir/taste wine paradigm. Actes du Xth International Terroir Congress 7-10 July 2014 Tokaj, Hungary. (O)
51. Grangeteau C\*, Rousseaux S, Roullier-Gall C, **Ballester J**, Gerhards D, Wallbrunn C, Schmitt-Kopplin P, Guilloux-Benatier M, Alexandre H. (2014) Do agricultural practices have an impact on yeast grape biodiversity and on sensory quality of wine ? Wine Active Compounds 2014 International Conference, Beaune (France), 26-27-28 Mars, 2014. P 327-329. (O)
52. Chatelet B\*, Lempereur V\*, **Ballester J**. (2014) Sensory impact of two volatile thiols on the fruity character of Gamay wines. Wine Active Compounds 2014 International Conference, Beaune (France), 26-27-28 Mars, 2014. p 205-207. (P)

53. **Ballester J\***, Zhang Y, Gervais J-P, Bizot J-Y (2012) Sensory approach of terroir: the case of Vosne-Romanée. Actes du IXth International Terroir Congress. 25th to the 29th of June 2012, Burgundy and Champagne, France. p. 9.21-9.24 (P)
54. **Ballester, J\***, Campo E, Saenz-Navajas M-P, Valentin D. (2011) Wine quality: A sensory point of view. CENO2011, Actes du 9<sup>ème</sup> Symposium International d'Œnologie de Bordeaux, 15 - 17 juin, Bordeaux, Ed. DUNOD p. 45-48. (O)
55. **Ballester J\***, Guillaume T, Abdi H, Valentin D (2011) Are wine categories convex? A preliminary study on white and red wine categories. In: Chassagne and Gougeon (Ed) Wine Active Compounds 2011. Ed. Oenoplurimedia, p. 273-275 (P)
56. Le Fur Y\*, Jaffré J, **Ballester J**, Valentin D (2010). Lo spazio sensoriale proprio dei vini prodotti da varietà Chardonnay. In: Alessandro S (ed) Vino e territorio Tipicità del vino e gusti del consumatore. Franco Angeli, Milano (Italy), p. 73-80. (P)
57. Langlois J\*, **Ballester J**, Peyron D, Dacremont C (2008). Impact of olfactory component in the potential for aging judgment of wines. Wine Active Compounds 2008 International Conference, Beaune (France), 27-28-29 Mars, 2008. (P)
58. Jaffré J\*, **Ballester J**, Valentin D, Le Fur Y (2007) Intemporalité de l'espace sensoriel propre aux vins issus du cépage Chardonnay. CENO 2007"8<sup>ème</sup> Symposium International d'Œnologie Bordeaux 25, 26 et 27 Juin 2007 (P)
59. Jaffré J\*, **Ballester J**, Valentin D, Le Fur Y (2007). Chardonnay wines: Sensory and Physico-chemical spaces. Oeno 2007, CENO 2007 8<sup>ème</sup> Symposium International d'Œnologie Bordeaux 25, 26 et 27 Juin 2007 (P)
60. Jaffré J\*, **Ballester J**, Valentin D, Le Fur Y (2007) Time stability of Chardonnay wines sensory space. Proceedings of XXXth OIV World Congress: Budapest 10-16 June 2007 (P)
61. **Ballester J\***, Le Fur Y, Dacremont C, Julien A, Etiévant P. (2003) Contribution to the study of sensory space specific for Chardonnay wines. « Œnologie 2003 », Ed. TEC & DOC ; p. 641-644. (P)

Communications à des congrès internationaux sans actes (O= orale ; P=poster, \*=présentateur)

62. Garrido-Bañuelos G\*, Buica A, **Ballester J**, Oberrauter L-M, Mihnea M. (2019) Investigating the typicality of Solaris wines in Sweden: sensorial and chemical approach. 13th Pangborn Sensory Science Symposium, Edimburgh, Scotland. (P)
63. Arvisenet G\*, **Ballester J**, Ayed Ch, Semon E, Andriot I, Le Quere J-L, Guichard E. (2016). Physico-chemical and perceptual origins of taste-aroma interaction. EuroSense 2016, Dijon, FR. Septembre 11-14, 2016. (P)
64. Honoré-Chedozeau C\*, Lelièvre-Desmas M, Chollet S, **Ballester J**, Chatelet B, Valentin D. (2016) Gamay vs Pinot: How do experts and consumers categorize wines? EuroSense 2016, Dijon, FR. September 11 – 14 2016. (O)
65. Valente C\*, Bauer F, Smith I, Valentin D, **Ballester J**, Branchu J, Symoneaux R, Nieuwoudt H. (2015). Cross-cultural comparison of wine sensory perception: Can consumers familiar with Chenin blanc distinguish between French and south African Chenin blanc wines? Afrosense. Stellenbosch. 23-26 novembre 2015. (O)
66. Rodrigues H\*, **Ballester J**, Sáenz-Navajas MP et Valentin D. (2015) Using a social representation approach to explore consumers' understanding of sensory vocabulary: The case of wine minerality. 11th Pangborn Sensory Science Symposium, Göteborg, Sweden 2015 (P)
67. Rodrigues H\*, **Ballester J**, Valentin D. (2015). Wine minerality: A social representation approach. Conference: 9th Conference American Association of Wine Economists (Mendoza, Argentina, May 26 - 30. 2015)

68. Rodrigues H\*, **Ballester J**, Valentin D. (2015). Wine minerality: A social representation approach. Conference: 9th Conference American Association of Wine Economists (Mendoza, Argentina, May 26 - 30. 2015)
69. Mihnea M\*, du Toit W, Brand J, Valentin D, **Ballester J**, Peyron, D. (2015). Do French and South African winemakers use a common language to describe Shiraz wine? Afrosense. Stellenbosch. 23-26 novembre 2015. (O)
70. Bordreuil A-C, Frissant S, Leynaud-Prince C, Remy G, Tran T, **Ballester J\***. (2015) Sensory differentiation between premature oxidation and natural evolution. Is it just a matter of time? Afrosense. Stellenbosch. 23-26 Novembre 2015 (P)
71. Pêcher C\*, **Ballester J**, Valentin D, Lemerrier C. (2013) Effects of crossmodal vision-olfaction influences in a priming task: A case in the wine domain. ESCOP 2013, 18th Meeting of the European Society for Cognitive Psychology, Budapest, Hungary, 29 août -1 septembre (P)
72. Hasenbeck A\*, Pecher C, Threlfall RT, Meullenet J-F, **Ballester J**, Han-Seok Seo (2013) Cross-cultural differences in the emotional responses evoked by wine odors between French and North American populations. Institute of Food Technologists' Annual Meeting & Food Expo in Chicago, Ill., 13-16 juillet, 2013, (P)
73. Campo E\*, Wang J, **Ballester J**, Valentin D, Sutan A, Lesschaeve I (2008). Validation of a method for the selection of quality wines. Extrinsic factors playing a role in wine quality perception. The 3rd Conference on Sensory and Consumer Research: A sense of Innovation, Hamburg (Allemagne), 7-10 septembre, 2008. (P)
74. **Ballester, J\***, Bowen, A, Stranges, M, Reynolds, A et Brindle I (2007) Chemical markers for genuine Vidal icewines: volatile compounds composition. Bacchus at Brock, third international interdisciplinary wine conference. St Catharine, Juin 7-9 2007 (O)
75. Patris B\*, **Ballester J**, Symoneaux R et Valentin D (2006). Experts and novices olfactory categorizations in wine: differences and similarities. November 2006 Granada is hosting the XVIIth Conference of the European Chemoreception Research Organisation (P)
76. **Ballester, J\***, Patris, B, Symoneaux R, Bogdanova V, Angelova S et Valentin D. (2005) Typicality of varietal wine aromas: Chardonnay vs. Melon de Bourgogne. Bacchus in Bourgogne, International Wine Conference. 3-5 novembre 2005 (O)
77. Chrea C\*, **Ballester J**, Dacremont C et Valentin D (2004) Typical or not typical? From the psychological to the sensory point of view. European Conference "A Sense of Identity" Florence, 26-29 Septembre 2004 (O)
78. **Ballester J\***, Le Fur Y, Dacremont C, Abdi H et Etiévant P. (2003) Chardonnay wine aroma: a conjoint study between typicality assessment and olfactometric analysis. Pangborn Sensory Science Symposium. Boston (Etas-Unis), 20-24 juillet 2003 (P)

Présentations orales à des congrès nationaux et internationaux en tant qu'invité :

79. **Ballester J.** (2020). In search of the taste of terroir: a challenge for sensory science. XIIIth International Terroir Congress, 17-18 novembre, Adelaide, Australia.
80. **Ballester J.** (2017). Wine minerality: role of minerals and redox status. Cool climate wine: challenges and opportunities. Conferências da Tapada (5th Edition) Lisbon, Instituto Superior de Agronomia (ISA) 25th-26th May 2017
81. **Ballester J.** (2016). The concept of wine minerality in experts and consumers. Workshop Évaluation sensorielle dans le domaine du vin et des liqueurs. Histoire et perspectives: rôle de l'expertise, lien à la physicochimie et ingénierie sensorielle. AgroPariTech, 20 octobre, Paris.
82. **Ballester J.** (2016). Effect of Culture and Expertise on Wine Tasting. Workshop Flavour Perception: From theory to applications. University of Oxford, 4 Avril, Oxford, UK.
83. **Ballester J.** (2015) "Judging the judges of wine aesthetics: inter- and intra-judge consistency in the context of a wine competition" Seminar "Wine between Science and Aesthetics" University of London, December 7th, Paris, France.

84. **Ballester J.** (2015) "Sensory differentiation between premature oxidation and natural evolution. Is it just a matter of time?" Seminar "Wine between Science and Aesthetics" University of London, December 7th, Paris, France.
85. **Ballester J.** (2015). "Mineralidad del vino: resumen de 5 años de estudio de un concepto elusivo" GIENOL 2015. 9-12 Juillet, Tarragona, Espagne.
86. **Ballester J.** (2011). Problématique de la verbalisation en l'analyse sensorielle. Workshop L'analyse sensorielle au service de la recherche appliquée, 25 Novembre 2011, Nyon, Suisse.
87. **Ballester J.** (2010). Difference testing: Methods and appropriate use. Making Sense of Sensory: Sensory Evaluation for Viticulturists and Enologists. 15 juillet 2010, Cornell University, États-Unis.
88. **Ballester J.** (2010). Descriptive methods based on citation frequency. Making Sense of Sensory: Sensory Evaluation for Viticulturists and Enologists, 15 juillet 2010, Cornell University, États-Unis.
89. **Ballester J.** (2008) Perception sensorielle des consommateurs et des professionnels : éléments de comparaison. Enoforum 2008. Colloque Européen d'OEnologie. 29-30 avril, Montpellier, France.

Conférences et ateliers vers les professionnels ou le grand public en tant qu'invité :

90. **Ballester J.** (2020). Identidad sensorial de las DO en Francia: un reto para la sensometria. Seminarios técnicos del ICVV, 20 novembre, Logroño, Espagne.
91. **Ballester J.** (2020) Les défauts du vin : des nuances de gris. 14ème Rencontres Internationales du Clos Vougeot, 1-3 octobre 2020, France.
92. **Ballester J.** (2018). Wine minerality: role of minerals and redox status. Workshop "Wine sensory science" 19 juin, Shanghai Jiaotong University, Shanghai, Chine.
93. **Ballester J.** (2018). The taste of French terroir: challenge for sensory scientists". Workshop "Wine sensory science" 19 juin, Shanghai Jiaotong University, Shanghai, Chine.
94. **Ballester J.** (2018). A la recherche du « goût de terroir » : un challenge pour la science sensorielle. 7èmes Journées Pontus de Tyard « Biodiversité et Patrimoine Viticole. Goûts et Couleurs ». 9-10 juin Bissy-sur-Fley, France.
95. **Ballester J.** (2017). Minéralité perçue: rôle de la composition en minéraux du vin. 15e Matinée des Oenologues de Bordeaux. 14 avril 2017. Le Rocher de Palmer, Bordeaux.
96. **Ballester J.** (2017). Últimas aportaciones del análisis sensorial en el sector del vino. Encuentro de Maestros y operarios de almazaras: la mejora del análisis sensorial, ¿Un paso necesario? 14 février 2017. Feria de Zaragoza, Espagne.
97. **Ballester J.** (2016). Conceptos mal definidos : nuevos retos en evaluación sensorial de vinos. 34 Congreso Internacional del Cava. 5 Octubre 2016, Sant Sadurni d'Anoia, Espagne.
98. **Ballester J.** (2016). The concept of wine minerality in experts and consumers. Institute of Masters of Wine. Minerality Seminar. 11 octobre 2016. Londres, UK
99. **Ballester J.** (2016). Vers une approche polysensorielle de la description du toucher des vins. 8ème Edition de Lallemand Tour 2016, 19-22 janvier. Nîmes, Villefranche sur Saône, Joué-Lés-Tours, Bordeaux.
100. **Ballester J.** (2014). The aroma of color. Master class International Pinot Noir Celebration. 24-26 Juillet. McMinnville OR. USA.
101. **Ballester J.** (2014). Pinot noir and the doors of perception. Séminaire collectif. International Pinot Noir Celebration. 24-26 Juillet. McMinnville OR. USA.
102. **Ballester J.** (2012). Minerality and white Burgundy. 3rd London Experimental Oenology Seminars. University of London, UK. 12ve of November 2012.
103. **Ballester J.** (2010). Le concept de « minéralité » : une exception Chablisienne ? Conférence sur la Vigne et le Vin organisée par la Caisse de Crédit Mutuel de Chablis. 15 décembre 2010, Chablis

Articles techniques :

104. Honoré-Chedozeau C., Chatelet, B. Lempereur V. et **Ballester J.** (2017) Fiabilidad de los resultados de los Concursos del vino: reproducibilidad entre jurados y efecto de orden. *ACENOLOGIA*, n° 166
105. Honoré-Chedozeau C., **Ballester J.**, Chatelet B., Lempereur V. (2016) Concours de vin: de la cohérence entre les jurys à la perception des consommateurs. *Revue Française d'œnologie*. N° 277, p. 12-17.
106. Valentin D. Brachet S, Peyron D, **Ballester J.** (2015). Vers une approche polysensorielle de la description du toucher des vins. *La Revue des Œnologues*, n° 155, p. 43-45
107. Parr W., **Ballester J.**, Valentin D. et Peyron D. « La minéralité perçue dans le vin » *Revue des Œnologues*, n°157, Novembre 2015.
108. **Ballester J.** et Valentin D. (2014) Aspects cognitifs de la dégustation. Exploration de la figure de l'expert. *La Revue des Œnologues*. Numéro spécial Neuroscience & vins.
109. Sadoudi, M., Rousseaux S, **Ballester J.**, Pichon L., Moulinazzi W., Alexandre H. et Tourdot-Maréchal R. (2013) Co-levurage *Metschnikowia pulcherrima*-*Saccharomyces cerevisiae*. Intérêts œnologiques. *La Revue des Œnologues*. 149: p. 17-20.
110. **Ballester, J.** Mihnea, M., Peyron, D. et Valentin D. (2011) La minéralité du vin. Une réalité sensorielle ? *La Revue des Œnologues*. N° 141
111. Langlois J, **Ballester J.**, Peyron D, Dacremont C. (2009) Importance des arômes dans le jugement du potentiel de garde de vins rouges. *La Revue des Œnologues* N° 130
112. Lempereur V, Debiais A-S, **Ballester J.** (2009) Création d'un nuancier pour les vins rouges premiers du Beaujolais. *Revue Française d'œnologie*. N° 233
113. **Ballester J.** et Le Fur Y (2003) Contribution à l'étude de l'espace sensoriel propre aux vins issus du cépage Chardonnay. *La Revue des Œnologues*. N° 108

Ouvrages et vidéos de vulgarisation :

114. Alexandre H. et **Ballester J.** (2019) Petit Traité de Mythologie Œnologique. Editions du Net.
115. Desmarchelier, J-F., Maillot, L. Paul, E. et **Ballester, J.** (2007). Court-métrage intitulé « La catégorisation des vins ». Les films de l'Expérimentarium, Mission Culture Scientifique, Université de Bourgogne.

### **3 Contexte théorique : effet de l'expertise sur la catégorisation et la conceptualisation dans le domaine du vin.**



### 3.1 Concepts et catégories

Une partie importante de notre activité cognitive est la formation de concepts et leur classification dans des catégories qui ont du sens (Medin et Schaffer, 1978).

Une catégorie est un ensemble d'objets, événements ou entités abstraites, considérés comme équivalents d'un certain point de vue. Un concept est une représentation mentale abstraite que l'esprit humain se fait d'un objet de pensée concret ou abstrait. La représentation mentale que l'on construit à partir des membres d'une catégorie est également un concept. Il est généralement admis que les catégories sont dans le monde et les concepts sont « dans la tête ». Les concepts sont essentiels car ils permettent de résumer nos expériences du monde. Ils sont généralement associés à un « label » linguistique, que ce soit un mot ou une phrase, et de ce fait il n'est parfois pas facile de distinguer les théories sur la signification des mots et les théories sur la structure des concepts (Gleitman *et al.* 1983).

La formation de catégories et concepts est une activité mentale très importante pour plusieurs raisons. La catégorisation consiste en effet à regrouper des entités distinctes et à les considérer comme équivalentes, dans le but d'organiser nos connaissances pour y accéder de façon efficace et pouvoir faire des prédictions (Medin, 1989). Cela permet de simplifier l'incroyable complexité du monde qui nous entoure en un nombre plus gérable de concepts, ce qui permet un traitement cognitif moins coûteux de l'information (Bruner *et al.* 1956). Sans l'existence du concept, chaque entité serait perçue comme unique et devrait être stockée en mémoire comme telle. Puisque chaque catégorie est en général nommée par un mot ou une phrase, la structuration de nos connaissances en catégories permet aussi de limiter le lexique nécessaire pour nommer les entités individuelles. Ainsi, nous pouvons utiliser le mot « chat » pour nommer des centaines de chats tous différents, sans avoir besoin d'un mot différent pour chacun (Waxman et Gelman, 2010 p. 100). Une fois une catégorie apprise, la généralisation des propriétés de cette catégorie à de nouveaux exemplaires est possible.

Les concepts permettent également de généraliser les propriétés d'objets déjà rencontrés à de nouveaux objets et par conséquent de décider de l'action appropriée face à un de ces nouveaux objets. Si on identifie un oiseau en tant qu'oiseau, on peut inférer ses propriétés (plumes, bec, capacité à voler, ovipare...) (Murphy, 2010, page 13) et décider de nous en approcher sans faire du bruit pour ne pas le faire fuir. Dans le monde du vin, si on rencontre un vin catégorisé comme « vendanges tardives », on peut inférer certaines de ses propriétés (sensorielles ou non) comme une couleur dorée, une saveur sucrée, des notes de fruit confit et un prix plus élevé, et décider de le marier par exemple à un dessert ou à un fromage à pâte persillée.

## 3.2 Théories sur la structure des concepts et leur représentation en mémoire

Compte-tenu de l'importance des concepts et des catégories dans notre vie, on pourrait s'attendre à ce que philosophes et chercheurs aient réussi à se mettre d'accord sur la structure des concepts. Depuis la Grèce classique et jusqu'aux recherches actuelles en sciences cognitives, l'être humain n'a cessé de réfléchir sur la nature et la structure des concepts. Pourtant des visions différentes sur la structure des concepts se sont succédées tout au long de l'histoire, sans qu'il y ait aujourd'hui de consensus sur ce sujet.

### 3.2.1 La vision classique : catégories fondées sur des définitions

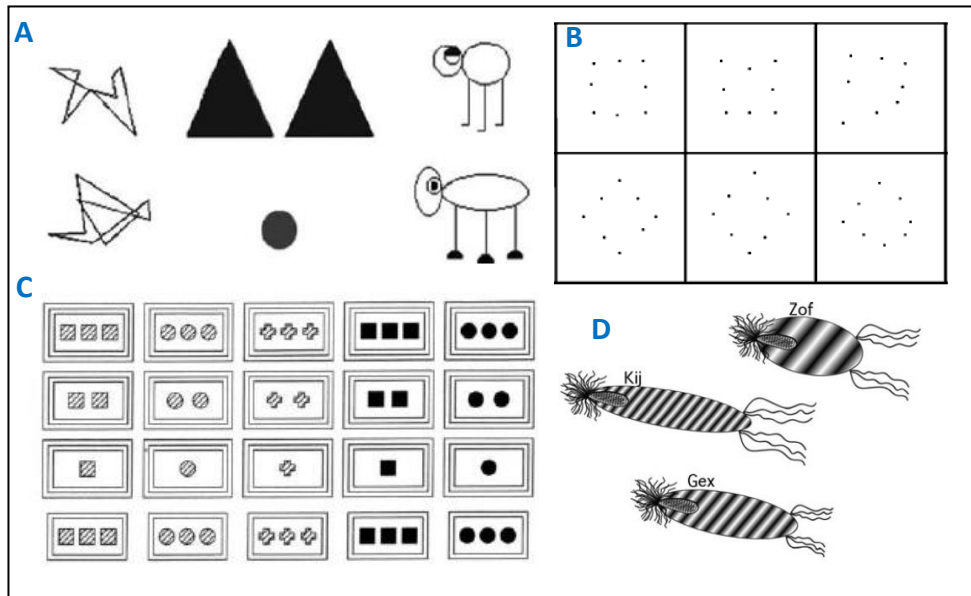
La théorie classique considère que les représentations mentales des catégories consistent en une liste de propriétés individuellement nécessaires et collectivement suffisantes pour déterminer l'appartenance à la catégorie. Ainsi, selon cette théorie, l'appartenance à une catégorie est clairement définie : 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. De ce fait, les catégories sont discrètes, elles ont des frontières clairement définies (un élément appartient ou non à la catégorie, de façon mutuellement exclusive). Un bon exemple de catégorie classique est la catégorie « triangle » (Medin, 1989). Pour être un triangle, une forme doit posséder les propriétés suivantes : être bidimensionnelle, avoir trois côtés et avoir une somme des angles intérieurs égale à  $180^\circ$ . Si une seule de ces trois propriétés n'est pas vérifiée, alors la forme n'appartient pas à la catégorie triangle. Selon la théorie classique, l'abstraction des catégories consiste simplement en une liste de règles et définitions qui déterminent l'appartenance à la catégorie.

La théorie classique de la catégorisation apparaît chez Platon et Aristote et perdure jusqu'aux années 70, moment où d'autres visions sur la structure des concepts et catégories voient le jour. La théorie classique ne peut pas être considérée comme un modèle universel de catégorisation car elle présente un certain nombre de problèmes :

(i) Tout d'abord de nombreux concepts et catégories acquis dans notre expérience quotidienne ne se conforment pas à des règles bien définies et échappent complètement au modèle classique (Labov, 1973).

(ii) Le deuxième problème est que, selon le point de vue classique, tous les membres d'une catégorie la représentent de façon équivalente. Cette propriété a été mise à mal par Eleanor Rosch dans ses travaux sur les catégories naturelles, qui consistent basiquement en catégories d'objets usuels que les gens utilisent vraiment dans leur quotidien. Dans beaucoup d'études sur la catégorisation, les stimuli utilisés appartiennent à des catégories artificielles (Figure 1). Même si ces travaux sur des stimuli artificiels ont contribué à une meilleure compréhension du processus de catégorisation, leur principale limite est de ne pas refléter ce qui se passe dans la réalité, les catégories étudiées n'étant pas celles utilisées par les personnes dans leur quotidien (Murphy, 2010 page 14) et ayant par conséquent moins de validité écologique que les catégories naturelles. En utilisant des catégories naturelles, Rosch a mis en évidence que

certains éléments d'une catégorie sont de meilleurs exemples de cette catégorie que d'autres. Par exemple, une chaise est un meilleur exemple de la catégorie « meubles » qu'une radio (Rosch et Mervis, 1975).



**Figure 1.** Exemples de stimuli de catégories artificielles utilisés dans A : Blair et Homa, (2003) B: Win-kielman et al. (2006) C : Bruner et al. (1956). D : Andrews et al. (2011).

(iii) Le troisième problème du modèle classique concerne le postulat selon lequel il n'y a pas d'ambiguïté sur l'appartenance d'un objet à une catégorie. Dans de nombreux exemples de catégorisation, l'appartenance à une catégorie n'est pas claire ni consensuelle (Labov, 1973), en particulier pour des objets avec un niveau de typicité intermédiaire. Par exemple pour la catégorie meubles, McCloskey et Glucksberg (1978) ont montré que le désaccord sur la typicité d'un *serre-livres* était plus grand que pour des objets très typiques comme chaise ou très atypiques comme *clôture*.

### 3.2.2 Catégories fondées sur la similarité

Une alternative au modèle classique est apparue dans le début des années 70, inspirée de la vision probabiliste de la structure des catégories et la notion d'air de famille (family resemblance) de Wittgenstein (1953, cité par Rosch et Mervis, 1975). Ce point de vue soutient que les catégories sont « mal définies », elles ont des frontières floues et sont organisées autour d'un ensemble de propriétés qui sont caractéristiques ou typiques des membres de la catégorie mais, contrairement à la théorie classique, pas nécessaires ni suffisantes (Rosch, 1975). Cette idée est explorée par plusieurs auteurs, notamment Eleanor Rosch qui propose qu'un exemplaire typique d'une catégorie possède une forte similarité avec les autres membres de

sa catégorie et une faible similarité avec des membres en dehors de sa catégorie (Rosch and Mervis, 1975). De ce fait il en découle que certains membres d'une catégorie apparaissent comme de meilleurs représentants de cette catégorie que d'autres ; ils sont plus typiques (Rosch et al. 1976). Cette organisation selon un gradient de typicité est appelée par Rosch (1978) la dimension horizontale. Mais les catégories peuvent aussi se structurer verticalement, selon une taxonomie avec des supra-catégories formées par d'autres catégories. Les auteurs proposent trois niveaux ; un niveau superordonné (par exemple la catégorie animal), le niveau de base (la catégorie chien) et le niveau subordonné (la catégorie Berger Allemand). Selon Rosch *et al.* (1976), le niveau de base est le niveau le plus important d'un point de vue cognitif car c'est le niveau d'abstraction auquel les objets sont le plus naturellement divisés en catégories. 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. Les catégories du niveau superordonné sont très différentes entre elles mais elles ont moins d'attributs communs intra-catégorie. Les catégories du niveau subordonné partagent beaucoup d'attributs entre elles au point qu'il n'est pas si facile de les distinguer. Par exemple, imaginer les catégories « raisin » et « pomme » au niveau de base : la variabilité intra catégorie est faible et celle inter catégorie est forte. Au niveau super ordonné, on a des fruits avec beaucoup de variabilité intra-catégorie. Au niveau subordonné de la catégorie pomme, on peut avoir les pommes de variétés Golden et Chanteclerc, qui ont une faible variabilité inter- et intra-catégorie, ce qui peut rendre leur distinction difficile.

Dans le cadre théorique des catégories mal définies avec des frontières floues, Posner et Keele (1968) ont proposé que par leur expérience avec des nombreux exemples d'une catégorie, les personnes forment une abstraction de la tendance centrale ou moyenne de la catégorie appelée communément le prototype. Ce prototype sert de référence pour des catégorisations ultérieures. Plus un nouvel exemplaire est similaire au prototype et plus il est probable qu'il appartienne à la catégorie, et inversement. Les auteurs ont montré que le prototype était catégorisé avec plus de précision et plus vite que les exemplaires, même quand le prototype n'avait été vu préalablement. Ce modèle de représentation mentale des catégories est connu comme le modèle prototypique.

En opposition au modèle prototypique, Medin et Shaffer (1978) proposent un modèle selon lequel les jugements catégoriels seraient exclusivement basés sur l'information extraite à partir des exemplaires, ce qui nie l'existence du prototype. Ainsi, selon ce modèle, la catégorisation d'un nouvel élément se ferait par une série de comparaisons aux exemplaires du concept préalablement stockés en mémoire. Un élément appartient à une catégorie donnée s'il est davantage similaire aux exemplaires de cette catégorie qu'aux exemplaires d'autres catégories. D'après Medin (1989), le modèle exemplariste rendrait mieux compte, à l'aide de modèles mathématiques, des performances de catégorisation observées empiriquement (par exemple Medin et Ross, 1989 ou Nosofsky, 1988). Posner et Keele (1968) ont montré que pour

les catégories avec forte variabilité, en plus d'une abstraction de prototype, certains exemplaires ont également été stockés en mémoire, ce qui a été utile lors de la phase de transfert. De même, Léliève-Desmas et al. (2015) ont trouvé que lors de l'apprentissage des catégories de bière, tous les sujets n'utilisaient pas les mêmes stratégies ; certains sujets se basaient sur une liste de propriétés ou sur un prototype mais avaient également mémorisé certains exemplaires isolés.

Les modèles de catégorisation basés sur la similarité ont également fait l'objet de critiques. Un des problèmes est évoqué par Armstrong *et al.* (1983). Ces auteurs ont mis en évidence un gradient de typicité dans des catégories classiques comme les nombres impairs. Les participants de cette étude ont trouvé que les nombres impairs plus petits étaient plus typiques que d'autres plus grands, tout en affirmant que l'appartenance à cette catégorie était parfaitement définie. Cela implique une sorte de « cohabitation » entre des prototypes et des catégories classiques basées sur des règles. Sur une catégorie naturelle comme les oiseaux, les auteurs font le même raisonnement, un pélican a beau être moins typique de la catégorie oiseau qu'un moineau, on sait pertinemment que le pélican fait partie de la catégorie oiseau. Les auteurs ont conclu que des modèles de catégorisation fondés uniquement sur des traits communs sont assez simplistes pour décrire les catégories en général.

Un autre problème est que le degré de typicité d'un objet varie selon le contexte dans lequel est imaginé cet objet (Barsalou, 1985). Par exemple *vache* et *chèvre* étaient les exemples les plus typiques de la catégorie « animaux » dans un contexte de « traire l'animal » tandis que dans le contexte de « monter l'animal » les plus typiques étaient *cheval* et *mule* (Roth et Shoben, 1983).

La définition de similarité elle-même peut être assez évasive, elle varie avec le stimulus et avec la nature de la tâche par laquelle on évalue cette similarité, car ces deux paramètres peuvent changer l'importance qu'on accorde à chaque trait dans l'évaluation de la similarité (Tversky, 1977). Par exemple les traits communs entre deux entités peuvent devenir saillants seulement en présence d'une troisième entité qui ne partage pas ces traits. De plus, l'évaluation de la similarité entre deux objets est affectée par le fait qu'ils appartiennent à différentes catégories ou à la même. Les deux mêmes objets seront considérés plus similaires si on sait qu'ils appartiennent à la même catégorie que si on sait qu'ils appartiennent à des catégories différentes (Tajfel et Wilkes (1963). Des simples listes de propriétés communes ne suffisent pas à expliquer les catégories. Par exemple, une *cuillère à café* et une *trottinette* partagent beaucoup de propriétés communes (objets inanimés, ont du métal dans leur composition, pèsent moins d'une tonne, etc...) et pourtant personne songerait à les mettre dans la même catégorie. Les concepts ne sont donc pas une simple somme de propriétés indépendantes (Gleitman et al., 1983). Ces propriétés ont besoin de relations spécifiques entre-elles (de causalité par exemple). Il est donc important, non seulement de connaître les propriétés, mais également les relations entre propriétés, ce qui implique la connaissance de théories qui expliquent ces relations.

La similarité doit être accompagnée de la connaissance des règles ou théories qui relient les propriétés profondes et superficielles des objets (Medin, 1989). La connaissance de telles théories est dépendante de l'expérience de la personne. Cette expérience peut être par exemple l'effet de l'âge (enfants vs adultes) ou, pour revenir au vin, de l'expertise.

### 3.2.3 Catégories ad-hoc et fondées sur des théories

Les travaux de Lawrence Barsalou dans les années 80 ont représenté une avancée majeure dans l'étude des concepts en psychologie, en particulier par ses travaux sur les catégories *ad hoc* « à but recherché ». Ce type de catégories n'existent pas préalablement en mémoire mais sont créés pendant la tâche (*ad hoc*) en fonction du but énoncé. L'exemple classique est la catégorie d'objets « choses à amener avec soi d'une maison en feu » (Barsalou 1983 ; 1985). Cette catégorie est bien une catégorie d'objets, comme dans le cas des catégories naturelles. En revanche elle n'est pas tout à fait comme les catégories naturelles pour plusieurs raisons. Elle ne préexiste pas dans la mémoire sémantique des personnes et n'est pas nommée par un nom simple mais par une phrase exprimant un « but recherché ». Elle comprend des objets très divers et par conséquent l'appartenance à cette catégorie ne peut pas être basée sur la similarité. Ces objets ne seraient pas catégorisés ensemble dans un contexte neutre. Le but énoncé pour la catégorie peut être considéré comme une sorte de théorie qui régit l'appartenance à la catégorie. Un autre exemple dans le domaine de l'alimentation est proposé par Ratneshwar et al. (2001) qui ont montré que pour des sujets très orientés vers une alimentation saine, une barre granola et un yaourt étaient plus similaires qu'une barre granola et une barre de chocolat, malgré la plus grande similarité perceptive des deux dernières. En revanche quand on imposait aux sujets un contexte à cette mesure de similarité (comme « aliments à manger dans une voiture ») la similarité perçue entre la barre granola et une barre de chocolat augmentait. Cette étude montre bien que l'évaluation de la similarité peut être impactée par le but du participant et le contexte dans lequel se fait l'évaluation. Ces travaux ont prouvé que les catégories d'objets sont très flexibles et adaptables en fonction des connaissances préalables sur les objets à catégoriser, du but suivi et du contexte dans lequel la catégorisation a lieu.

Il existe encore d'autres types de catégories qui ne sont pas basées sur la similarité entre les objets qui les constituent. Par exemple les catégories thématiques ne reposent pas sur des caractéristiques partagées entre les membres de la catégorie mais sur un lien externe. Ainsi, un jeune enfant peut catégoriser ensemble chien et manteau parce que « l'enfant met le manteau quand il promène le chien » (Markman, 1989). Ce type de catégories peut être utilisé également par des adultes, comme par exemple dans une étude par Lin et Murphy (2001) où des adultes ont catégorisé ensemble abeille et miel et non pas abeille et mouche, malgré le fait qu'abeille et mouche partagent un grand nombre de propriétés. Le lien thématique ici a primé sur la similarité.

Les catégories basées sur un script sont un autre type de catégories reliées aux catégories thématiques. Un script est une représentation structurée d'un événement ou activité de la vie quotidienne, comme manger dans un restaurant ou aller au cinéma (Bower *et al.* 1979; Abelson, 1981). Ces catégories sont formées par des objets qui jouent le même rôle dans le script. Les catégories basées sur des scripts sont en quelque sorte des catégories thématiques avec beaucoup plus de contenu. Elles comportent des éléments de contexte qui peuvent être dépendants de l'expérience des sujets, dus par exemple à leur culture ou leur expertise. De plus, ce type de catégories transcende souvent les taxonomies car pour un script donné, des exemples de diverses catégories taxonomiques peuvent être mis ensemble (Ross et Murphy, 1999).

On observe que plus la recherche sur la catégorisation avance, plus on se rend compte que différentes stratégies de catégorisation peuvent être adoptées en fonction de l'expérience du sujet, de la nature des *stimuli* à catégoriser et de la nature de la tâche.

Par exemple, Medin et al. (1997) ont étudié la façon de catégoriser les arbres par différents types d'experts de ce domaine (des taxonomistes, des paysagistes et du personnel d'entretien des parcs). Ils ont ainsi demandé à ces différents experts de trier les noms de 48 espèces d'arbres différentes. Les résultats ont montré que les stratégies de catégorisation variaient en fonction du type d'expertise. Par exemple, les taxonomistes ont catégorisé les arbres en fonction de la classification taxonomique des arbres (plus basé sur la similarité et les catégories naturelles) alors que les paysagistes ont catégorisé les noms d'arbres en fonction de leur fonction dans le paysage (plus basé sur le but, comme proposé par Barsalou).

### 3.3 Influence de l'expertise dans les représentations liées aux vins et la bière

#### 3.3.1 Apprentissage perceptif et pratique délibérée

Comme on l'a évoqué dans la partie précédente, l'expérience préalable d'une personne aura une influence dans la façon de traiter l'information, et par conséquent dans la façon de conceptualiser et catégoriser les objets ou entités abstraites. Dans ce document, nous allons nous centrer sur une forme d'expérience particulière : l'expertise.

D'une manière générale, un expert est quelqu'un qui a une connaissance approfondie de quelque chose, généralement due à une longue pratique ou à un entraînement intensif (Chase et Simon, 1973a ; Ericsson *et al.* 1993). L'expertise se définit à la fois par un degré supérieur de connaissances et un savoir-faire, atouts qui sont à l'origine d'une performance supérieure à la majorité de la population dans l'activités liées de l'expertise en question (Gobet, 2011).

La psychologie s'est intéressée à l'expertise dans une multitude de domaines. Certaines des expertises étudiées sont plutôt intellectuelles, comme les échecs (Chase et Simon, 1973b), les diagnostics médicaux (Krol *et al.* 1992) ou les problèmes de physique (Chi *et al.* 1981), dans

d'autres domaines d'expertise la composante perceptive joue un rôle plus important voir essentiel, comme dans le sexage des poussins (Biederman et Shiffrar 1987) ou la dégustation de boissons alcoolisées (qui fera l'objet d'une présentation plus approfondie dans la partie 4).

L'étude de l'expertise a démarré dans le domaine du jeu d'échec par les études de Binet (1894, cité par Gobet 2011) sur la façon dont les joueurs se représentent les positions des pièces dans l'échiquier ainsi que les expériences de De Groot (1965, cité par Gobet 2011) avec de joueurs de différents niveaux (grands maîtres et aspirants) où les participants devaient réfléchir à voix haute en même temps qu'ils cherchaient un bon coup. Ces travaux ont mis en évidence l'importance de la capacité à visualiser mentalement les positions et à mémoriser des positions, et de la vitesse de traitement de l'information afin de décider du meilleur coup. De Groot propose que la prise d'information pendant que les experts regardent la position des pièces est optimisée. Cet auteur suggère que les experts traitent la position perçue comme un « type de position » par rapport à une typologie de positions stockées en mémoire et non pas en fonction de la position de chaque pièce individuellement. Cela explique l'économie cognitive qui permet un traitement de l'information rapide et efficace. Ces idées ont été explorées davantage par Chase et Simon (1973 a et b) en s'intéressant à des joueurs ayant différents niveaux d'expertise dans le jeu d'échec (novices, joueurs avancés et maîtres) en utilisant des tâches de mémorisation et de rappel. Les positions servant de stimuli dans cette étude étaient de deux types : soit des « vraies » positions de pièces provenant de parties effectivement jouées, soit des positions aléatoires de pièces. L'étude a montré une supériorité de mémorisation des maîtres sur les amateurs, mais seulement pour les positions « vraies » mais pas pour les positions aléatoires. Les auteurs 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 des configurations ou groupes de pièces comprenant cinq ou six éléments et ayant un sens dans le cadre du jeu d'échec. Ces configurations dotées de sens et utiles dans le jeu sont appelées des « chunks » par les auteurs. Ces chunks, ou unités perceptives et significatives, peuvent se combiner dans des supra-configurations plus complexes limitant ainsi la charge cognitive nécessaire pour traiter une telle quantité d'informations (par rapport à un traitement pièce par pièce). Par la pratique intensive du jeu d'échec, les experts auraient stocké en mémoire à long terme un grand nombre de ces chunks qui seraient activés en mémoire par des indices perceptifs de la configuration de pièces présentée. Les maîtres possèdent davantage de chunks en mémoire et la taille des chunks est en moyenne plus grande que celle des amateurs, ce qui expliquerait leur supériorité dans l'encodage et le traitement de l'information. Pour acquérir autant de chunks, Chase et Simon, 1973a estiment qu'au moins 10 ans de pratique et d'étude sont nécessaires. Des données empiriques plus récentes ont montré quelques limites à la théorie des chunks (voir Didierjean et al. 2004 pour une revue). En particulier Gobet et Simon (1996) ont montré que les performances des experts au jeu d'échecs montraient des performances bien supérieures à ce que la théorie des chunks et les limites de  $7 \pm 2$  items de la mémoire à court terme peuvent prédire (Miller 1956). Les auteurs proposent l'existence d'une autre structure en mémoire à long terme, plus large que

les chunks, qu'ils appellent « templates », et qui constituent des configurations de plus de 10 pièces, rencontrées fréquemment dans de vraies parties. Ces templates associent des informations sémantiques utiles, comme les configurations antérieures probables et les coups envisageables par la suite, mais aussi des éventuels labels que certaines configurations peuvent avoir, comme « l'attaque de Panov » ou la « défense Indienne ». Cette information sémantique est un ressource mnémotechnique supplémentaire qui améliore la performance des experts dans les tâches de mémoire (Gobet et Simon, 1996). Même si le monde des échecs semble déconnecté du monde des experts en vin, on peut tout à fait imaginer un parallèle avec un œnologue en train de faire des assemblages de vins pour obtenir les diverses cuvées du domaine. L'œnologue percevrait dans les vins à assembler des combinaisons de deux ou trois caractéristiques sensorielles qui pourraient être assimilées à des chunks (par exemple « acidité, végétal, sècheresse ») ou des configurations plus larges qui pourraient correspondre à des prototypes de vin. Une séance d'assemblage peut impliquer la dégustation de plus d'une centaine de vins et le rôle de l'œnologue est de décider quels vins sont assemblés pour chaque cuvée afin d'atteindre le style souhaité. L'existence de chunks et templates sensoriels dans cette situation serait un avantage certain dans la réalisation des travaux d'assemblage.

L'acquisition de l'expertise repose sur apprentissage perceptif, les connaissances, la mémoire et la pratique délibérée (Gobet, 2011). L'importance de ces différents aspects varie en fonction de l'aire d'expertise. Globalement, les travaux sur l'expertise laissent penser que le talent inné n'explique pas la performance experte.

L'apprentissage perceptif désigne l'amélioration par la pratique de la capacité à extraire et/ou utiliser des informations sensorielles de l'environnement. Ce phénomène s'observe pour les différentes modalités d'acquisition des informations sensorielles et peut concerner le toucher (Harrar et al., 2014), le goût (Peron et Allen, 1988), ou l'odorat (Rabin, 1988) mais la grande majorité des études ont été menées sur la perception visuelle (Poggio et al., 1992) et auditive (Zhang et al., 2016).

D'après Goldstone (1998), l'apprentissage perceptif repose sur quatre mécanismes à savoir :

- L'attention pondérée (attention weighting) : la perception s'adapte à des tâches et à des environnements en augmentant l'attention accordée aux dimensions et propriétés les plus importantes et en diminuant l'attention sur des dimensions et des indices non pertinents.
- La création d'empreinte (imprinting) : la perception est améliorée par le développement de détecteurs spécialisés pour certains stimuli ou groupes de stimuli perçus de façon répétée. Des telles adaptations sont le fruit la plasticité du système nerveux et participent à une augmentation de la vitesse, précision et fluidité du traitement de l'information.

- La différenciation : grâce à ce mécanisme, des percepts qui étaient perçus comme identiques deviennent psychologiquement séparés et différenciables. C'est le cas des experts en sexage de poussins, ou des parents qui apprennent à distinguer leurs enfants jumeaux identiques. Dans des nombreux cas, la simple exposition améliore la discrimination. Néanmoins l'apprentissage peut être accéléré par l'entraînement avec des stimuli associés avec les labels corrects (Gibson, 1969). De ce fait, il nous est plus facile de discriminer des stimuli avec lesquels nous sommes plus familiers. Le cas typique est la différenciation de visages ; les personnes discriminent mieux les visages d'individus de leur propre race que ceux d'autres races (Shapiro et Penrod 1986).
- L'unification (unitization) : Ce mécanisme perceptif semble opérer de façon opposée à la différenciation. L'unification implique la construction d'un percept unitaire quand la stimulation provient d'une configuration complexe de signaux. De cette façon, une tâche qui requerrait la perception de plusieurs parties peut se réaliser en détectant juste une unité.

Un complément à l'apprentissage perceptif est l'acquisition de connaissances théoriques. Le gain en connaissance via la lecture et autres formes de transfert de connaissances, aide les experts à hiérarchiser les propriétés des catégories selon leur importances et permet l'accès à des propriétés profondes des objets. Les connaissances permettent de comprendre es relations entre propriétés, ce qui facilitera l'organisation de l'information en mémoire sous la forme de chunks comme mentionné plus haut. André Holley (2002) affirme que les connaissances sémantiques agissent de façon synergique avec les habiletés perceptives des experts et cela explique des performances extraordinaires des « nez » des parfums. Le fait d'apprendre un concept sensoriel en même temps d'un point de vue théorique et d'un point de vue perceptif peut faciliter le stockage en mémoire par des phénomènes de double encodage (Paivio, 1986). Les experts ont en plus une meilleure organisation des connaissances en mémoire à long terme sous la forme de schémas, ce qui optimise l'accès aux informations pertinentes. Le contenu de ces schémas est adapté au problème à résoudre ou à la tâche à exécuter (Gobet, 2011).

Bien évidemment la pratique intensive permet d'améliorer l'apprentissage perceptif ainsi que l'encodage et l'accès à l'information mémorisée. D'après Ericsson *et al.* (1993) il est important que la pratique soit délibérée, c'est-à-dire qu'elle porte de manière consciente sur des points faibles qui nécessitent un travail particulier. Le fait de pratiquer pour le plaisir sans un vrai travail avec une difficulté progressive ne permet pas d'atteindre des niveaux d'expertise élevés. Cette pratique délibérée doit être planifié à un niveau de difficulté convenable, avec du feed-back et la possibilité de répéter et corriger les erreurs (Ericsson et Smith, 1994).

### 3.3.2 L'expertise chimio-sensorielle

La plupart des études sur l'expertise reposent sur la modalité visuelle et en comparaison, très peu de travaux existent sur l'expertise chimio-sensorielle. Comparés à d'autres experts comme les grands maîtres d'échec ou les calculateurs mentaux, la spécificité de ces experts est qu'ils travaillent principalement avec l'olfaction, la gustation et les sensations trigéminales et tactiles, la vision étant souvent moins importante dans leurs évaluations (Honoré-Chedozeau et al. 2019).

Il est clair que dans le domaine du vin, ce type d'expertise joue un rôle majeur à différentes étapes clés de la vie du vin. Par conséquent, on trouve différents types d'expertise. Les œnologues vont intervenir dans la production du vin, les cavistes et sommeliers vont intervenir au moment de la vente et les journalistes et critiques vont (théoriquement) éclairer les consommateurs avec leur avis expert pour leur aider à choisir le vin le plus indiqué dans chaque situation.

Dans cette partie nous essayerons de présenter en quoi les experts chimio-sensoriels sont supérieurs aux novices et en quoi leur organisation des connaissances est différente. Hughson et Boakes (2001) proposent une hiérarchisation des habilités perceptives et cognitives des experts en vin :

- 1 Détection et discrimination entre composés
  - 1.1 Seuils absolus pour des composés (vin et hors-vin).
  - 1.2 Seuils de différence pour des composés (vin et hors-vin).
  - 1.3 Classement des vins sur une dimension sensorielle (par exemple : sucré)
- 2 Détection d'éléments dans un mélange
  - 2.1 Détection d'un seul élément dans un mélange
  - 2.2 Détection de différents niveaux d'un élément dans un mélange
- 3 Description verbale
  - 3.1 Utilisation cohérente de labels verbaux pour nommer les caractéristiques du vin
  - 3.2 Associer des vins à leurs descriptions par des attributs simples (générés par soi-même ou par d'autres)
  - 3.3 Utilisation cohérente de labels verbaux pour nommer des attributs complexes du vin (e.g. équilibre)
  - 3.4 Associer des vins à leurs descriptions par des attributs complexes (générés par soi-même ou par d'autres)
- 4 Jugements catégoriels
  - 4.1 Identification de défauts du vin en production
  - 4.2 Identification de catégories et sous-catégories de vin

Ce classement reflète l'importance des connaissances explicites sur le vin dans chaque habilité. Par exemple l'effet des connaissances sur le vin impacte moins la capacité des sujets à détecter un composé ou à discriminer deux échantillons, que leur capacité à décrire le vin de façon cohérente ou à catégoriser les vins en catégories et sous-catégories. On peut dire que dans les premiers niveaux, la tâche repose sur un encodage plutôt perceptif dirigé par le stimulus (bottom-up), tandis que les tâches de niveau supérieur il y a une plus forte intervention des concepts stockés dans la mémoire du dégustateur dans le traitement de l'information (top-down).

### 3.3.2.1 Détection

Concernant la détection, plusieurs études ont évalué si les experts en vin ont des seuils absolus inférieurs à ceux des non-experts pour les stimuli chimio-sensoriels. Par exemple, Bende et Nordin (1997), Parr *et al.* (2002), Parr *et al.* (2004) ainsi que Poupon *et al.* (2019) n'ont trouvé aucune différence significative dans les seuils de détection du 1-butanol entre les participants experts et novices en vin. De même, dans une étude plus ancienne, Berg *et al.* (1955) (cité par Hugson et Boakes, 2001) n'ont trouvé aucune différence de seuil de détection pour les tanins et l'alcool. En revanche, une autre étude réalisée par Bende et Nordin (1997) suggère que les experts en vin peuvent être meilleurs que les novices pour détecter des odeurs simples dans les mélanges d'odeurs. Les participants devaient faire la distinction entre l'eugénol et un mélange d'eugénol et de citral. Les œnologues arrivaient à détecter à des concentrations en citral plus faible que les novices, ce qui révèle soit une sensibilité plus grande à l'eugénol, soit une meilleure capacité à discriminer l'arôme de l'eugénol de l'arôme du citral. En effet, contrairement aux travaux mentionnés ci-dessus, plusieurs études suggèrent que l'exposition ou l'entraînement résultant d'une expérience académique ou professionnelle sur le vin, peut diminuer les seuils de perception de certains composés clés du vin. Par exemple Pickering *et al.* (2007) ont montré une corrélation significative entre la familiarité à la 2-isopropyl-3-méthoxy-pyrazine et la sensibilité à cette molécule dans une matrice Gewurztraminer. En revanche, les auteurs n'ont pas trouvé des différences entre producteurs de vin et non-producteurs, probablement parce que ces derniers étaient également très familiers avec cette pyrazine. En revanche Tempère *et al.* (2011) ont étudié les seuils de détection aux éthylphénols et au diacétyl, et ont montré que les participants entraînés pendant des cours spécialisés en dégustation étaient plus sensibles que les non entraînés. Dans la même ligne, Tempère *et al.* (2012) ont mis en évidence une diminution significative du seuil de détection au linalol et au diacétyl grâce à une brève exposition journalière d'un panel d'experts en vin. Les mécanismes d'une telle amélioration de la sensibilité par l'entraînement ne sont pas très clairs mais il est probable que la plasticité cérébrale joue un rôle. Plus tard, Tempère *et al.* (2014) en utilisant une approche originale combinant des niveaux d'expertise et des entraînements par imagerie olfactive et visuelle, ont montré que l'entraînement par imagerie olfactive diminuait significativement le seuil de perception des sujets intermédiaires pour l'octen-3-one. En revanche, aucun effet n'a été montré pour le diacétyl.

En résumé, bien qu'une partie des études ne montre pas de différences de sensibilité entre les experts/entraînés/familiarisés et les sujets « contrôle », les dernières études en date tendent à montrer que le déterminisme génétique sur la sensibilité olfactive peut être infléchi par la pratique délibérée, la familiarité ou la simple exposition. Cela ouvre des perspectives très intéressantes dans le domaine de l'éducation sensorielle des futurs œnologues ou sommeliers.

### 3.3.2.2 *Discrimination*

Les experts ont également tendance à être plus performants que les novices dans les tests de discrimination. Solomon (1990) a montré que les experts obtenaient plus de réponses justes dans des tests triangulaires que les novices. Néanmoins cette différence significative entre experts et novices n'a pas été confirmée dans une étude ultérieure (e.g., Solomon, 1997, Etude 1). De même, dans une tâche d'appariement, les experts en vin font preuve d'une plus grande précision que les novices pour sélectionner parmi un ensemble d'alternatives le vin qui correspond à un échantillon dégusté 4 minutes plus tôt (Melcher et Schooler, 1996). Rabin (1988) a montré que la familiarité avec les odeurs facilite leur discrimination. Il a également démontré que les sujets avec un entraînement préalable à nommer les odeurs surpassaient les sujets non entraînés, dans une tâche de discrimination des odeurs. Même si l'expérience de Rabin ne portait pas sur des experts en vin, les résultats suggèrent qu'une meilleure verbalisation peut améliorer les performances de discrimination des dégustateurs car les labels aident à mémoriser et à focaliser l'attention sur les attributs importants des stimuli (Gibson, 1969). Bende et Nordin (1997) expliquent l'avantage des experts en termes d'apprentissage perceptif. Grâce à une exposition répétée aux vins, les experts apprendraient à se concentrer sur les caractéristiques perceptives qui permettent de mieux distinguer les vins. Cette interprétation est en désaccord avec les résultats de Chollet et Valentin (2000) qui ont trouvé qu'experts et novices avaient produit des cartes très similaires à partir d'une tâche de tri libre sur 13 vins variant principalement sur la dimension boisée. Les auteurs concluent que la différence entre experts et novices n'est pas d'ordre perceptif car ils avaient extrait sensiblement les mêmes dimensions perceptives des échantillons. Dans le domaine de la bière, Valentin *et al.* (2007) confirment par une tâche discriminative de type « same/different » une légère supériorité des experts sur les novices, même si les deux groupes ont réussi la tâche à un niveau supérieur au hasard.

Même si plusieurs études pointent à une supériorité des experts (ou entraînés) sur les novices dans des tâches de discrimination, l'écart est souvent relativement faible. En effet comme nous l'avons vu plus haut, l'expertise ne repose pas que sur des capacités perceptives, le traitement cognitif de haut niveau est une partie essentielle de l'expertise, y compris de l'expertise sensorielle. Il est donc pertinent d'explorer d'autres habiletés de niveau cognitif supérieur comme le sont le langage, la mémoire et la catégorisation.

### 3.3.2.3 Capacités verbales.

Une des principales habiletés attribuées aux experts en vin est celle de verbaliser leurs perceptions de façon précise avec un vocabulaire sophistiqué (même si parfois cryptique). En effet, la capacité à décrire les propriétés sensorielles du vin est une composante importante de l'expertise œnologique. Les capacités langagières des experts ont été étudiées sous différents aspects. Concernant le type et la richesse de termes utilisés par les experts par rapport aux novices, plusieurs études montrent que les experts utilisent plus de termes pour décrire un vin que les novices (Lawless, 1984 ; Solomon, 1990 ; Chollet et Valentin, 2000). De plus, les descriptions des experts tendent à être plus précises, avec des termes plus concrets, tandis que les novices utilisent plus de termes ambigus, redondants et moins spécifiques, que ce soit pour la bière (Chollet et Valentin, 2001 ; Chollet *et al.* 2005) ou pour le vin (Lawless, 1984 ; Gawel, 1991 ; Chollet et Valentin, 2000 ; Sauvageot *et al.* 2006 ; Valentin *et al.* 2003).

Une tâche très utilisée pour évaluer la capacité à verbaliser des experts est l'identification d'odeurs. Plusieurs études n'ont pas réussi à mettre en évidence la supériorité des experts ni à identifier des odeurs associées au vin (Parr *et al.* 2002 ; Parr *et al.* 2004) ni à les nommer de façon répétable (Parr *et al.* 2002). Bende et Nordin (1997) ont juste montré une légère supériorité des experts en vin (seulement 4 odeurs sur les 16 présentées) pour des odeurs de tous les jours. En revanche des études plus récentes ont mis en évidence que les experts étaient clairement supérieurs aux novices dans des tâches d'identification d'odeurs. Tempère *et al.* (2014) ont montré que l'entraînement par imagerie olfactive améliorait leur réussite globale dans l'identification d'odeurs. L'imagerie olfactive consiste à créer une représentation neuronale d'une odeur dans le cerveau en absence de stimuli externe, juste en « imaginant » l'odeur. En revanche un entraînement par imagerie visuelle diminuait leur réussite dans l'identification d'odeurs. Tempère *et al.* (2016) ont démontré que les experts en vin étaient plus précis que les novices en identification olfactive des défauts du vin ainsi que pour des odeurs de tous les jours. Poupon *et al.* (2019) rapportent que les sommeliers étaient meilleurs que les novices pour identifier les odeurs liées au vin. Les résultats sur le vin ont été confirmés pour la bière par Valentin *et al.* (2007) entre des sujets entraînés et des novices.

Dans un niveau de difficulté supérieur, Solomon 1990 a comparé le niveau d'accord des experts en vin et des novices dans la réalisation de tâches de classement sur 12 dimensions fréquentes du vin (fruité, alcool, acide, etc.). L'auteur associe un meilleur accord intra groupe à des meilleures performances dans le classement. Ce type de tâche implique non seulement une bonne capacité de discrimination mais également une connaissance partagée de la dimension sensorielle à évaluer et la capacité à la détecter dans un mélange complexe (du vin dans ce cas). Les novices n'ont atteint un accord significatif que pour la dimension « sucré », tandis que les experts étaient d'accord sur les dimensions « niveau de tanins », « équilibre » et également « sucré ». Même si les experts ont surpassé les novices dans cette tâche, leur performance est loin d'être parfaite car ils n'ont réussi que 3 dimensions sur les 12 évaluées. L'auteur suggère que ces différences en performance ne sont pas forcément d'ordre perceptif

mais plutôt d'ordre sémantique, c'est-à-dire que les novices n'ont pas de représentation partagée sur les propriétés désignées par les mots « tanins » ou « équilibre » (l'équilibre étant de surcroît un attribut multidimensionnel). En revanche, les novices ont stocké en mémoire une représentation commune de ce qu'est le sucré, car c'est une dimension familière qu'ils rencontrent dans leur quotidien.

Un autre paradigme expérimental utilisé dans la compréhension des capacités langagières des experts est la tâche d'appariement entre des vins (ou des bières) et leurs descriptions. Cette tâche sollicite la capacité à discriminer, à extraire de l'information d'un mélange complexe (le vin ou la bière) et nécessite pour la réussir des références sémantiques communes et stables entre la personne qui génère la description et la personne qui réalise l'appariement. Elle évalue la valeur communicative de la description et la capacité du dégustateur à interpréter cette description. En utilisant cette méthode, Lawless (1984) a montré une supériorité des experts sur les novices, mais avec des différences assez faibles. Des études ultérieures ont confirmé les résultats de Lawless dans le cas où les descriptions étaient générées par des experts ou par des novices utilisant un lexique d'expert (Solomon, 1990). Dans le domaine de la bière, les résultats de Chollet *et al.* (2005) vont dans le même sens que les études sur le vin. Ils ont confirmé la supériorité des sujets entraînés et de l'avantage d'avoir des descriptions faites par des sujets entraînés. En revanche, les résultats de Gawel (1997) sont différents dans la mesure où il a comparé deux groupes expérimentés : un groupe de professionnels de la vente de vin sans entraînement formel, et un autre groupe constitué d'élèves œnologues avec 109h d'entraînement formel. Ils montrent que les meilleures performances étaient celles des sujets non entraînés utilisant un vocabulaire consensuel généré par des œnologues. Les deux groupes avaient réussi l'exercice à un niveau au-dessus du hasard.

Comme pour la discrimination, les résultats montrent un avantage pour les experts dans le domaine de la verbalisation mais cette différence est moins importante qu'attendu. En complément des résultats de Gawel (1997), Hugson et Boakes (2002) ont montré que les performances des novices à appairer des vins avec leurs propres descriptions de ces vins (générées juste avant) était significativement améliorée grâce à l'aide d'une courte liste de descripteurs pertinents. Cela montre bien que le désavantage des novices n'indique pas forcément des moins bonnes habiletés perceptives.

#### 3.3.2.4 Capacités mnésiques et organisation de connaissances

Il est communément accepté que notre capacité de mémoire à court terme est de 7 items (Miller, 1956, cité par Gobet (2011), page 53). Plusieurs chercheurs ont utilisé des tâches de reconnaissance pour tester la mémoire à court terme d'experts et novices sur des odeurs typiques du vin ou pas. Parr *et al.* (2002) ont rapporté une reconnaissance olfactive supérieure chez les professionnels du vin par rapport aux novices, arguant cependant que cette supériorité pour la mémoire à court terme était due à des meilleures capacités perceptives (ex. imagerie olfactive) plutôt qu'à l'amélioration de la mémoire sémantique ou des capacités linguis-

tiques. Le paradigme fut légèrement modifié par Parr et al. (2004) par l'inclusion lors de l'encodage soit d'un exercice de description des odeurs, soit d'une simple notation hédonique. Les résultats ont donné l'avantage aux experts une fois de plus, avec une amélioration de la reconnaissance pour le groupe qui avait décrit les odeurs. En utilisant un intervalle de rétention beaucoup plus court (quelques secondes) et trois distracteurs par odeur, Zucco et al. (2011) ont comparé trois niveaux d'expertise : des sommeliers, deux niveaux intermédiaires d'étudiants en sommellerie, et des novices. Les résultats n'ont pas montré d'effet de l'expertise sur leur mémoire à court terme sur des odeurs simples, en revanche pour des vrais vins les novices ont montré des scores de reconnaissance significativement inférieurs à ceux des intermédiaires et des sommeliers. Dans le domaine de la bière, Valentin *et al.* (2007) ont montré que les experts obtenaient des performances supérieures à celles des novices lors d'une tâche de mémoire avec une période d'attente d'une semaine entre l'encodage et la reconnaissance. Néanmoins cet effet n'était significatif que pour les bières familières et ne l'était pas pour les nouvelles bières sur lesquelles ils ne s'étaient pas entraînés.

Qu'est-ce qui peut expliquer cette supériorité des experts ? En s'inspirant des travaux de Chasse et Simon (1973a) présentés plus haut, Hughson et Boakes (2002) ont testé la capacité d'experts et novices à mémoriser des listes de descripteurs. Les auteurs ont présenté aux participants des listes de descriptions de vins, chacune composée de six termes. Deux types de descriptions ont été présentés : des descriptions variétales correspondant à différents cépages de vins et des descriptions n'ayant aucun sens, construites en recombinaison aléatoire 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 aléatoires. Ce résultat rappelle fortement celui des experts d'échecs de Chasse et Simon (1973a), suggérant que les experts en vin sont également capables de mémoriser des nombreuses configurations de descripteurs (chunks) dotés de sens car retrouvés souvent ensemble dans la description de vins monovariétaux. Ces configurations de descripteurs sont stockées en mémoire à long terme (à l'instar des positions des pièces chez les joueurs d'échecs), ce qui optimiserait l'encodage de l'information, donnant un avantage aux experts dans cette tâche de mémoire. Même si les auteurs n'en parlent pas spécifiquement, on peut imaginer la présence en mémoire de structures de retrait en niveaux avec des groupes de chunks dans chaque nœud et des nœuds à un niveau supérieur regroupant des groupes de chunks

Ces structures de retrait, acquises à travers l'expérience explicite et implicite, reflètent les configurations de propriétés que l'on retrouve souvent dans les vins élaborés à partir certains cépages. La dégustation d'un vin activerait une structure de mémoire spécifique en fonction de la similitude entre cet échantillon et des vins dégustés précédemment. L'activation de cette structure de mémoire conduit à une attention accrue portée aux caractéristiques pertinentes et une diminution de l'attention portée à celles non pertinentes (Goldstone, 1998).

L'organisation par cépages évoquée par Hughson et Boakes (2002) est en accord avec des résultats préalables dans le domaine de l'expertise en vin. Par exemple, Solomon (1997) a mis en évidence grâce à des tâches de tri libre, que des experts catégorisaient les vins différemment de participants de niveau intermédiaire et de novices. Les raisons évoquées 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. Ils utilisaient plutôt des caractéristiques perceptives des vins, telles que *sucré* ou *fruité*. Dans ce cas les experts ont fondé leur catégorisation sur des critères plus complexes et abstraits (les cépages) alors que les novices utilisent plutôt les caractéristiques de surface des vins. Selon l'auteur, ces résultats suggèrent que l'acquisition de l'expertise dans le domaine du vin entraîne un changement du système de catégorisation, qui à son tour affecte la façon dont les experts jugent la similarité, et pondèrent les caractéristiques sensorielles perçues pour catégoriser ou décrire les vins. Cette interprétation est en accord avec celle de Gawel (1997) qui expliquait que la performance des experts était favorisée par le fait que les experts avaient stocké en mémoire des représentations liées au cépage avec des configurations de propriétés sensorielles typiques dont ils connaissent les liens de causalité. Ces connaissances guideraient la recherche des caractéristiques attendues en fonction du prototype « cépage » activé, ce qui augmenterait la probabilité de détecter ces attributs et de discriminer entre les vins. Néanmoins, l'idée que les experts organiseraient leurs connaissances autour des cépages n'a été exposé que pour des experts du nouveau monde. Cela peut s'expliquer par le fait que traditionnellement les vins du nouveau monde sont commercialisés par cépage, tandis que dans les pays producteurs du vieux monde les vins sont présentés aux consommateurs principalement par origine géographique.

L'étude de Brochet et Dubordieu (2001) a proposé une vision différente sur l'organisation des connaissances des experts en vin. Les auteurs ont collecté 56 000 descriptions individuelles écrites par quatre experts en vin (3 français et un américain). Les descriptions générées par chaque expert ont fait l'objet d'une analyse séparée avec le logiciel d'analyse lexicale ALCESTE (Reiniet, 1986) afin d'identifier l'organisation des termes sous-jacents au langage utilisée par chaque expert. L'analyse a identifié des listes de termes ordonnées en champs lexicaux. Le nombre de champs lexicaux, leur contenu et leur organisation diffèrent entre les experts. Les résultats suggèrent que le langage expert ne repose pas uniquement sur des catégories chimio-sensorielles comme le goût et odeur mais plutôt sur des représentations mentales prototypiques. Ces prototypes sont associés à des termes liés à la couleur, à l'odeur, au goût et aux sensations trigéminales, mais également à des termes hédoniques et des termes plus abstraits, métaphoriques ou anthropomorphiques comme « honnête », « triste » ou « musclé ». Les auteurs suggèrent que les experts ne décrivent pas les caractéristiques d'un vin en particulier mais plutôt ils reconnaissent un des prototypes qu'ils ont stockés en mémoire et ensuite ils décrivent les caractéristiques du prototype. En tout cas les résultats de Brochet et Dubordieu (2001) ne montrent pas de champ sémantique fondé sur le cépage. Les quatre champs

lexicaux obtenus, tous experts confondus, étaient basés sur des aspects hédoniques, des niveaux de qualité, et sur des styles de vin assez globaux comme « vin vieux », « vin blanc frais », « vin blanc puissant », « vin rouge puissant », etc. De plus, si on considère la première partition des dendrogrammes de chaque corpus, les clusters résultants sont clairement basés sur la couleur du vin, en l'occurrence blanc ou rouge Morrot et al. (2001). Cela implique que les seuls aspects consensuels entre les quatre experts sur la description de vin en général sont liés à la couleur du vin. Qui plus est, les vins rouges sont généralement décrits avec des descripteurs se référant à des objets rouges ou noirs (framboise, mure, violette, etc...) tandis que les vins blancs sont généralement décrits avec des descripteurs se référant à des objets jaunes ou clairs (ananas, citron, miel, beurre, etc...).

En considérant les travaux qui viennent d'être présentés, Hughson (2003) a proposé deux théories sur le rôle des connaissances stockées en mémoire dans les capacités descriptives des experts en vin. La première est la Varietal Scheme Theorie (VST) qui consiste à dire que les experts possèdent des structures de connaissance en mémoire basées sur les vins de cépage, et que celles-ci guident la recherche de descripteurs pertinents lors de la description. La deuxième, plutôt basé sur les résultats de Brochet et Dubourdieu (2001) était appelée Global Prototype Theory (GPT). Selon cette théorie les experts comparent l'échantillon à évaluer avec une série de prototypes stockés en mémoire, sélectionnent le plus pertinent et ensuite décrivent le prototype au lieu du vin lui-même. Les prototypes de la théorie GPT ne sont pas fondés sur des cépages mais sont plus globaux et pas seulement caractérisés par des descripteurs sensoriels, comme on a pu le voir plus haut.

Hughson (2003) suggère qu'une description des vins fondée sur la théorie GPT ne peut pas expliquer la réussite des experts dans des tâches d'association vins-description car ces prototypes sont trop généraux et pas assez focalisés sur les dimensions sensorielles. Il pense que la médiation de prototypes basés sur le cépage et des structures mnésiques de type structures de retrait, également fondées sur les cépages (Hughson and Boakes, 2002) sont plus susceptibles d'expliquer la relative supériorité des experts dans ce type de tâches. Il reste quand même que les résultats des quelques experts de Gawell (1997) capables de réussir la tâche d'association uniquement avec des vins d'un même cépage (Chardonnay) ne peuvent pas non plus être expliqués par la théorie VST car cela exigerait un niveau de discrimination et de description encore plus fin, à l'intérieur d'une catégorie cépage. Finalement, opposer ces deux théories ne semble pas avoir trop de sens, car elles semblent difficilement comparables, tellement les données de source qui ont permis de bâtir chaque hypothèse sont différentes. D'un côté la VST (i) a été proposée par des chercheurs anglosaxons, pour qui une catégorisation par cépages semble naturelle (car tel a été le cas dans les pays du nouveau monde depuis des décennies, même si l'origine géographique gagne de l'importance petit à petit) ; (ii) a été générée à partir de données collectées selon des dispositifs rigoureux de psychologie expérimentale. De l'autre côté, les données brutes de la GPT étaient des « wine notes » générées

par des critiques de vin dont le but n'était *a priori* pas scientifique. Dans un tel exercice journalistique il n'est pas choquant d'inclure des figures de style et des dimensions évaluatives et pas seulement descriptives. De plus ces « wine notes » sont souvent écrites dans les régions de production des vins évalués, et dans une situation qui peut accentuer l'importance du contexte de dégustation (cadre, interaction sociale, etc...) par opposition au cadré neutre et standardisé utilisé dans les expériences de psychologie expérimentale.

On peut également imaginer des possibilités à mi-chemin entre les deux théories. Par exemple, la présence de sous-prototypes n'est pas à exclure. Peut-être que l'analyse lexicale réalisée par Brochet et Dubourdiou (2001) n'était pas assez sensible pour mettre en évidence des structures basées sur les cépages. Si, comme le suggère Hughson (2003), le jeu de données utilisé avait été séparé par cépage, ces auteurs auraient peut-être obtenu des structures similaires à des prototypes variétaux. A ma connaissance, aucune étude n'a, pour l'instant, exploré la question avec ce point de vue. Il n'est pas non plus à exclure qu'on puisse mettre en évidence des chunks fondés sur des « styles de vin » c'est-à-dire, sur autre chose que les cépages, par exemple un itinéraire de vinification classique tel que « vins blancs de cépage neutre fermentés et élevés en fût », ou « rouges primeurs avec macération carbonique ». Des vins qui correspondent à un de ces chunks hypothétiques pourrait être faits à partir de dizaines de cépages possibles. Cela donnerait des structures de retrait plus précises que les prototypes de la GPT, mais contrairement à la VST, pas fondés sur des cépages. Malheureusement, aucune étude n'a poussé plus loin le paradigme de Hughson and Boakes (2002) à ce jour, pour explorer cette possibilité.

### 3.3.2.5 *Processus ascendants et descendants dans l'évaluation du vin*

Comme nous avons pu le voir précédemment, plusieurs études s'accordent à dire que les connaissances modifient la perception et par conséquent la performance dans diverses tâches sensorielles. Dans certains cas c'est le fait de fournir un descripteur pertinent qui résulte en une meilleure identification des odeurs par l'adoption d'une stratégie descendante dite top-down, c'est-à-dire que la perception des odeurs est dirigée par les connaissances (dans ce cas un descripteur ou liste de descripteurs pertinents). Cela a été montré dans les travaux de Gawel (1997) et Bell et Paton (2000) sur des odeurs dans le vin et de Chollet et al. (2005) sur des tâches d'association entre des bières et leur description. En absence d'information pertinente en mémoire, les novices tendent à adopter une stratégie ascendante de type bottom-up, c'est-à-dire que leur perception finale est principalement fondée sur les informations sensorielles provenant des échantillons, avec une modulation par les connaissances bien plus faible. Des stratégies bottom-up ont produit de moins bonnes performances dans les études mentionnées.

Une façon intéressante de mettre en lumière la façon dont l'information impacte la performance sensorielle est l'étude des erreurs induites chez les experts par ladite connaissance. Une étude classique dans ce domaine est celle de Pangborn et al. (1963) qui ont observé que

l'addition d'un peu de couleur à un vin blanc pour lui donner un aspect de vin rosé a amené les experts à juger l'échantillon plus sucré que quand il n'était pas coloré. Cet effet a été trouvé seulement chez les experts, lesquels étaient certainement au courant que les rosés sont vinifiés dans un style légèrement plus sucré que les blancs (au moins dans l'Amérique des années 60). Les novices, n'ayant pas cette information en mémoire, n'ont pas eu d'attentes particulières et n'ont pas trouvé de différences pour le sucré. Des résultats similaires ont été trouvés par Morrot et al. (2001). Les auteurs ont d'abord présenté à des étudiants en œnologie deux verres de vin de Bordeaux, un blanc et un rouge. Les participants devaient générer du vocabulaire aromatique et décider pour lequel des deux vins chaque descripteur était plus intense. Les résultats ont montré que les vins rouges étaient plus décrits par des objets rouges ou noirs et le vin blanc par des objets jaunes ou clairs. Une semaine après la première séance, les expérimentateurs ont proposé aux étudiants la même tâche mais avec deux échantillons différents, tous deux issus du vin blanc de la séance 1 : l'un était ce vin blanc présenté de la même façon et le deuxième était ce même vin blanc auquel l'ajout d'anthocyanes purifiés donnait une coloration (sans modifier la flaveur du vin). Cette fois l'échantillon blanc coloré en rouge fut décrit avec plus de termes rouges ou foncés qu'avec des termes jaunes ou clairs. Ainsi, le changement de couleur était suffisant pour altérer complètement les arômes perçus. L'information sur la couleur, arrivant bien plus tôt que l'aromatique, a activé en mémoire sémantique des participants la connaissance des arômes typiquement associés aux vins rouges. L'information visuelle a pris le pas sur l'information olfactive. La couleur a exercé un effet d'amorçage, orientant la façon dont les signaux sensoriels ont été interprétés par la suite.

L'approche de Morrot et al. (2001) a été complétée par Parr et al. (2003), en incluant les novices dans l'équation. Les auteurs ont donc enquêté sur l'apparition de biais olfactifs induits par la couleur chez les experts en vin et chez les novices. Les auteurs ont émis l'hypothèse qu'en raison de leurs connaissances, et donc leurs attentes, les experts devraient être plus enclins à subir un biais olfactif induit par la couleur que les novices. Les résultats ont confirmé la prédiction des auteurs, les experts ont montré un certain degré de biais olfactif induit par la couleur, tandis que les novices donnaient des réponses plutôt erratiques (probablement en raison de la difficulté de la tâche). Les résultats de Parr et al. (2003) suggèrent qu'experts et novices diffèrent sur leurs attentes respectives fondées sur les connaissances sur l'association de couleurs et arômes.

Il semble logique que, non seulement la couleur, mais toute information intégrée par le cerveau préalablement à la perception de l'échantillon soit susceptible d'activer des structures en mémoire à long terme chez les participants, qui à leur tour vont guider la tâche sensorielle ultérieure (que ce soit la description ou un jugement de qualité par exemple). Cette modification de la perception peut aller jusqu'à des biais olfactifs induits cette fois par l'information. Un exemple de ceci a été proposé par Brochet et Morrot (1999) lesquels ont présenté le même vin sous deux conditionnements, vin de table et Grand Cru Classé, à un groupe d'étudiants en œnologie. Les participants devaient décrire les deux vins et leur donner une note de qualité

sur 20 points. Comme attendu, le vin sous conditionnement Grand Cru Classé a été significativement mieux noté et décrit de façon plus positive que le vin sous conditionnement vin de table. Bien que le vin en question n'ait pas suivi d'élevage en fût, il est intéressant de remarquer que le conditionnement Grand Cru Classé avait obtenu des nombreuses mentions de boisé, beaucoup plus que le vin de table. Ceci illustre ce que les auteurs appellent une illusion perceptive.



## **4 Présentation de mes recherches.**



Dans la présentation du contexte scientifique il ressort que plus une tâche implique un traitement cognitif de haut niveau plus les différences entre experts et novices sont fortes. Cela a été vérifié pour des expertises intellectuelles, lesquelles sont explicitement dépendantes d'un traitement complexe d'information, comme le jeu d'échecs, le bridge ou les problèmes mathématiques. En revanche, il est tentant de penser que les expertises chimiosensorielles, comme l'expertise en vin, sont basées sur des habiletés perceptives plutôt que conceptuelles. Les études dans ce domaine ont bien confirmé que les différences entre experts en vin (ou bière) et les novices n'étaient pas très grandes sur des tâches n'impliquant pas des traitements d'information complexes (comme la détection ou la discrimination) et qu'elles se creusaient pour des tâches impliquant un traitement cognitif de haut niveau comme la description ou la catégorisation. Par exemple, un double encodage perceptif et verbal peut expliquer la supériorité des experts dans la description et l'identification des odeurs du vin.

Il en ressort également que les experts ont mis en place des systèmes d'organisation des connaissances différents de ceux des novices, ce qui leur permet un meilleur accès à l'information stockée en mémoire à long terme. Une telle organisation avantagerait les experts dans la recherche de dimensions sensorielles pertinentes (car attendues dans le monde réel) par des phénomènes de top down, mais peut se retourner contre eux quand cela aboutit à des illusions perceptives.

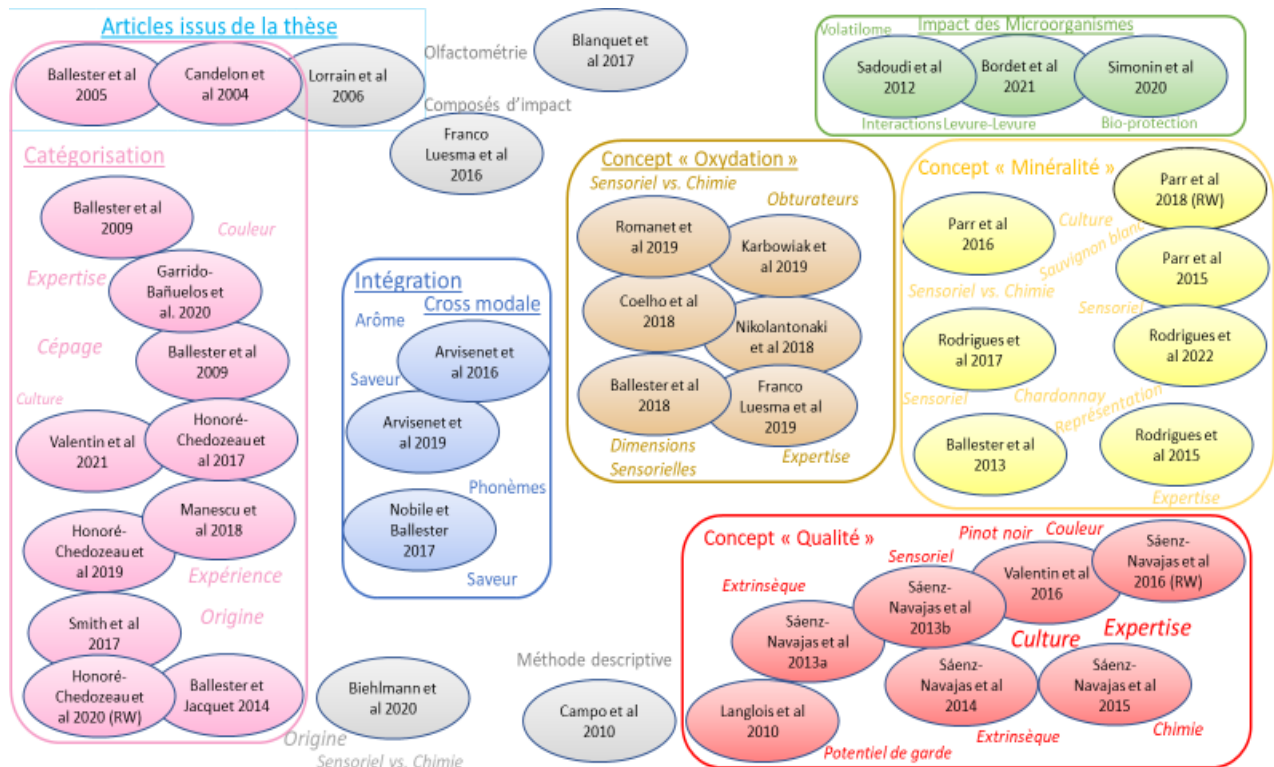
Il semble également que l'organisation autour de prototypes est le modèle de choix de certains chercheurs dans le domaine de l'expertise en vin. Cela est un peu prématuré à mon sens, compte tenu du manque de données empiriques confirmant le modèle prototypique et écartant le modèle exemplariste, les catégories « ad hoc » ou les catégories basées sur des théories.

Mes recherches se sont focalisées principalement sur l'effet de l'expérience sur la conceptualisation et la catégorisation dans le domaine du vin. Bien que la forme d'expérience que j'ai le plus étudiée soit l'expertise, j'ai pu considérer d'autres formes d'expérience comme variable explicative, notamment la culture des dégustateurs.

Mes cas d'études de prédilection sont des catégories sensorielles à différents niveaux de la taxonomie des vins (couleur, cépage et origine géographique plus ou moins précise), ainsi que des concepts sensoriels mal définis qui représentent des propriétés sensorielles du vin qui ont une grande importance pour la filière, tout en ayant une définition floue et dépendant de l'expérience du dégustateur.

La Figure 2 présente une vue d'ensemble de mes recherches. Chaque ellipse représente une publication, généralement dans des journaux internationaux à comité de lecture, avec exceptionnellement des présentations à des congrès ou des chapitres d'ouvrage que je considère importants et non redondants avec les publications. Les revues de la littérature sont identi-

fiées par « (RW) ». Des encadrés ont été utilisés pour segmenter mes travaux par grandes thématiques et des mots clés ont été placés stratégiquement pour donner un peu plus de détails sur les différents thèmes.



**Figure 2.** Vision d'ensemble de mes travaux de recherche organisés par thèmes et mots clés.

Faute de pouvoir présenter l'ensemble de mes recherches dans ce document, je présenterai deux grandes thématiques représentatives de mes activités de recherche pendant ces dernières 18 années.

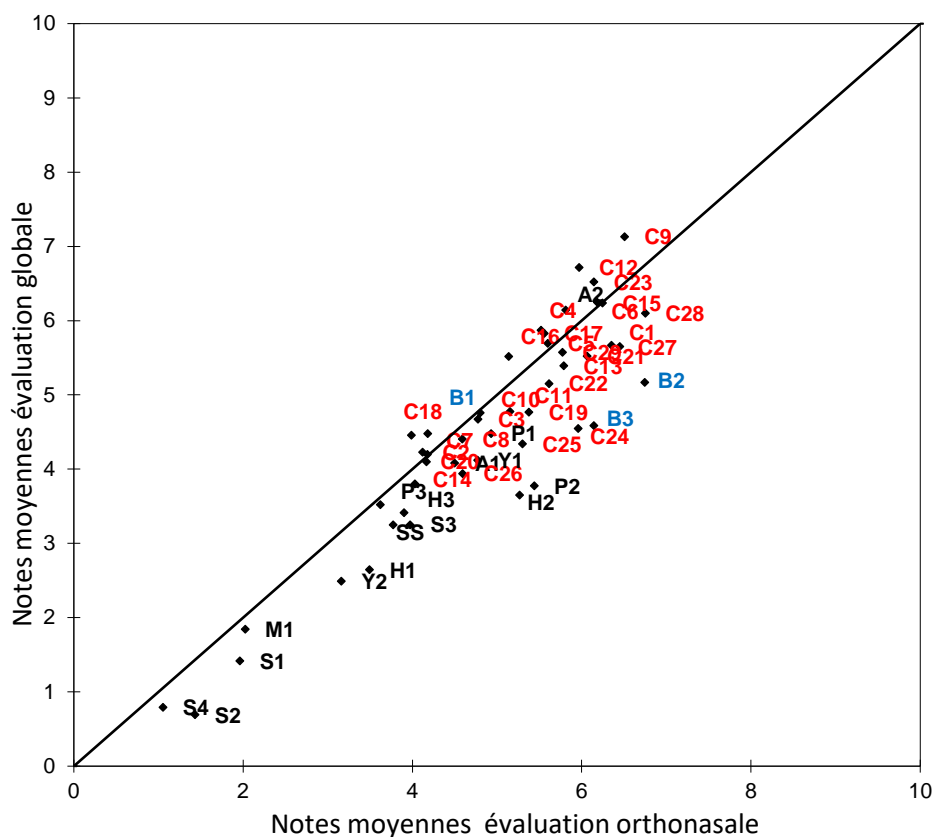
Dans un premier chapitre je présenterai mes travaux concernant l'effet de l'expertise sur la catégorisation des vins. Suivra un deuxième chapitre dans lequel je présenterai l'étude multidisciplinaire d'un concept sensoriel mal défini : la minéralité.

## 4.1 Effet de l'expertise sur la catégorisation des vins

### 4.1.1 *Catégorisation des vins par cépage.*

Pendant mes travaux de thèse, nous avons eu l'occasion de montrer que les experts en vin avaient une représentation partagée concernant la catégorie sensorielle « vins de Chardonnay » et que celle-ci était structurée selon un gradient de typicité allant progressivement des échantillons très typiques de la catégorie aux échantillons plus atypiques (Ballester et al. 2005). Les résultats de typicité obtenus selon deux modes d'évaluation, orthonasal et global, étaient fortement corrélés (Figure 3) ce qui suggère que le concept sensoriel « vin de Chardonnay » est fortement basé sur la composante aromatique. Le fait d'avoir inclus dans l'échantillonnage 40% d'échantillons qui n'étaient pas du Chardonnay mais d'autres cépages blancs (Sauvignon blanc, Sémillon, Marsanne, Sylvaner, Chenin, Aligoté et Melon de Bourgogne) nous a permis de vérifier que les vins de Chardonnay avaient des notes de typicité plus élevées que nos échantillons d'autres cépages blancs. La représentation mentale des experts était donc bien ancrée dans la réalité sensorielle des échantillons.

Le fait que certains non-Chardonnay aient obtenu des notes de typicité assez élevées alors que des Chardonnay avaient des notes de typicité modestes a confirmé que la catégorie sensorielle « vins de Chardonnay » n'est pas basée sur des propriétés nécessaires et suffisantes, comme c'est le cas dans pour les catégories classiques. Pour aller plus loin et évaluer dans quelle mesure cette catégorie était basé sur la similarité ou « l'air de famille », nous avons choisi un sous ensemble de 18 échantillons parmi les plus et les moins typiques des 48 échantillons initiaux. Ensuite, nous avons proposé à un panel de novices de réaliser un tri libre orthonasal sur ces échantillons. Les résultats ont montré que, bien que l'espace de similarité ne montrât pas de clusters exclusivement formés par des Chardonnay, il était possible de prédire la note de typicité orthonasale à partir de deux des dimensions de l'espace de similarité obtenu grâce au tri libre. Cela montre que la catégorie « vins de Chardonnay » est partiellement fondée sur la similarité perceptive.



**Figure 3.** Notes moyennes de typicité Chardonnay (n=28) obtenues par évaluation orthonasale (axe des abscisses) et par évaluation globale (axe des ordonnées). Les vins de Chardonnay sont en rouge, les vins de Melon de Bourgogne en bleu et le reste des vins en noir.

Ces résultats de ma thèse ont été le point de départ de mes activités de recherche post-thèse. L'idée a été par la suite de comparer experts et novices sur les mêmes tâches utilisant des catégories plus ou moins fines, construites sur différents critères *a priori* comme le cépage, la couleur ou l'origine géographique. En effet, il semble presque naturel d'utiliser une organisation taxonomique pour articuler les différentes catégories de vins car c'est souvent de cette façon que les vins sont présentés aux consommateurs dans les points de vente, les guides, etc. Par exemple, un supermarché français type propose en général une première segmentation par couleur. A l'intérieur de chaque classe, on trouve un autre niveau de segmentation par région, qui d'une certaine façon covarie en partie avec les cépages, sachant néanmoins que les cépages ne sont pas toujours indiqués sur l'étiquette. La même logique peut être trouvée sur le site du « Systembolaget », le monopole de l'alcool de l'état Suédois. En revanche sur le site web du LCBO, le monopole de l'alcool de l'Ontario (Canada), le premier critère de recherche proposé au consommateur est le cépage, les régions n'arrivant qu'après. Les principaux guides français structurent le contenu par régions viticoles.

A niveaux des cépages nous avons d'abord mené une étude où nous avons comparé experts et novices sur deux catégories que nous suspicions *a priori* assez superposées, c'est-à-dire,

avec des frontières très floues. Il s'agit des catégories « vins de Chardonnay » et « vins de Melon de Bourgogne ». En effet sur la Figure 3 nous pouvons remarquer que deux vins de MB (codés B2 et B3 dans la figure) avaient obtenu des notes de typicité Chardonnay équivalentes à celles de certains vins de Chardonnay typiques.

L'objectif de cette étude était de vérifier l'effet de l'expertise sur la structure interne et la superposition entre ces deux catégories et, en même temps, d'étudier si cet effet était de nature plutôt perceptive ou bien basé sur des processus cognitifs plus complexes. Pour cela nous avons sélectionné une vingtaine de vins dont 10 vins de Muscadet (100% MB) et 10 vins de Chardonnay non boisé de plusieurs régions de France.

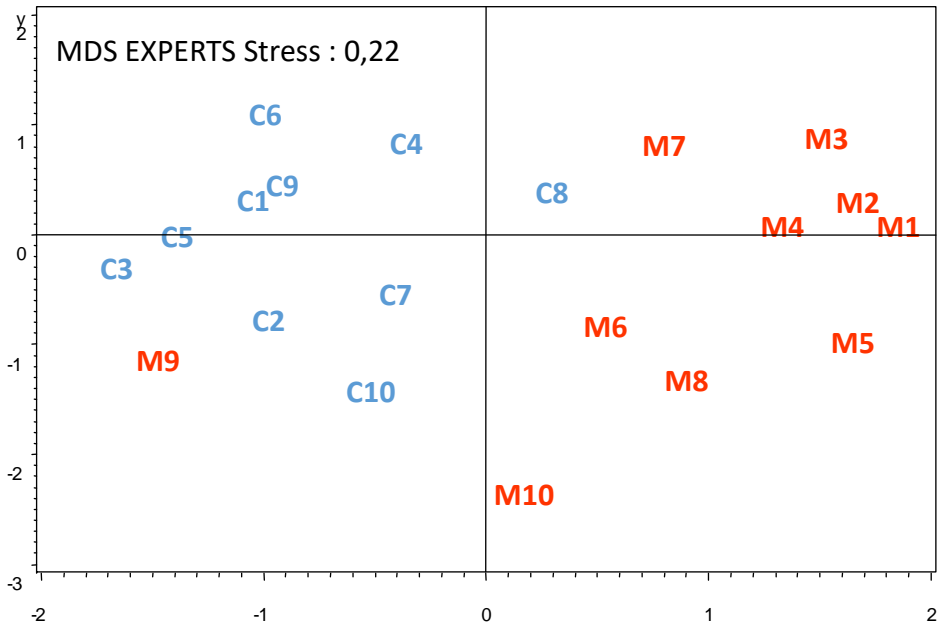
Nous avons alors recruté un panel d'experts (producteurs de vin de Muscadet) et un panel de consommateurs novices, tous de la région nantaise. Nous leur avons proposé plusieurs tâches dans l'ordre suivant : une tâche de tri libre olfactif, une tâche d'évaluation de la typicité olfactive (Chardonnay et Melon de Bourgogne) et enfin une notation hédonique.

Pour le tri libre, les participants devaient d'abord sentir les échantillons dans l'ordre proposé et ensuite ils devaient faire des groupes en fonction de la similarité olfactive des échantillons. Ils avaient le droit de sentir les échantillons autant de fois qu'ils le voulaient et de faire autant de groupes qu'ils voulaient. Ils étaient libres de mettre autant de vins qu'ils le voulaient dans chaque groupe, mais chaque vin ne pouvait se trouver que dans un groupe. Pour cette tâche, aucune information n'a été donnée sur la nature des vins présentés, et par conséquent la tâche a été réalisée principalement en fonction des caractéristiques sensorielles des échantillons. Bien évidemment il y a eu du traitement cognitif pendant la tâche, mais celui-ci a été limité car nous n'avons pas activé explicitement des représentations liées aux catégories de vin à l'étude.

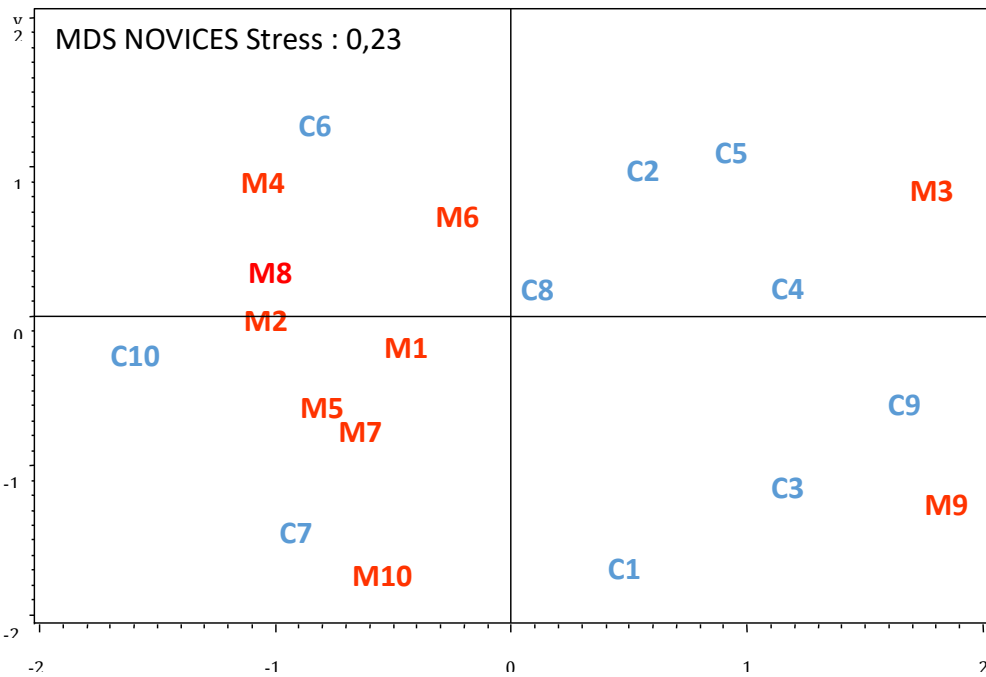
En revanche, pour l'évaluation de la typicité Chardonnay ou Melon de Bourgogne, les participants devaient juger sur une échelle discrète de 0 à 10 (une note de 10 étant « un très bon exemple » et une note de 0 « un très mauvais exemple » soit de Chardonnay soit de Melon de Bourgogne (pied de page : le mot Muscadet a été utilisé à la place de Melon de Bourgogne car c'est la dénomination sous laquelle ces vins sont présentés aux consommateurs en France). A la fin de cette étape, chaque participant avait évalué les deux typicités Chardonnay et Melon de Bourgogne de chacun des 20 échantillons. Avec cette tâche nous voulions, par l'activation des représentations mentales liées aux deux catégories cible, induire un traitement cognitif plus complexe et nous attendions un effet de l'expertise plus fort que pour la tâche de tri.

Les échantillons ont été évalués dans des verres INAO noirs codés à trois chiffres et ils ont été évalués dans un ordre différent pour chaque sujet et pour chaque tâche.

Les matrices de cooccurrence obtenues à partir de la tâche de tri ont été traitées par MDS (Multidimensional Scaling) et deux solutions à deux dimensions ont été choisies pour les experts (Figure 4) et pour les novices (Figure 5).



**Figure 4** Solution à deux dimensions de la MDS réalisée sur les résultats de la tâche de tri libre des experts (valeur de stress= 0.22). (Ballester et al. 2008)



**Figure 5** Solution à deux dimensions de la MDS réalisée sur les résultats de la tâche de tri libre des novices (valeur de stress= 0.23) (Ballester et al. 2008).

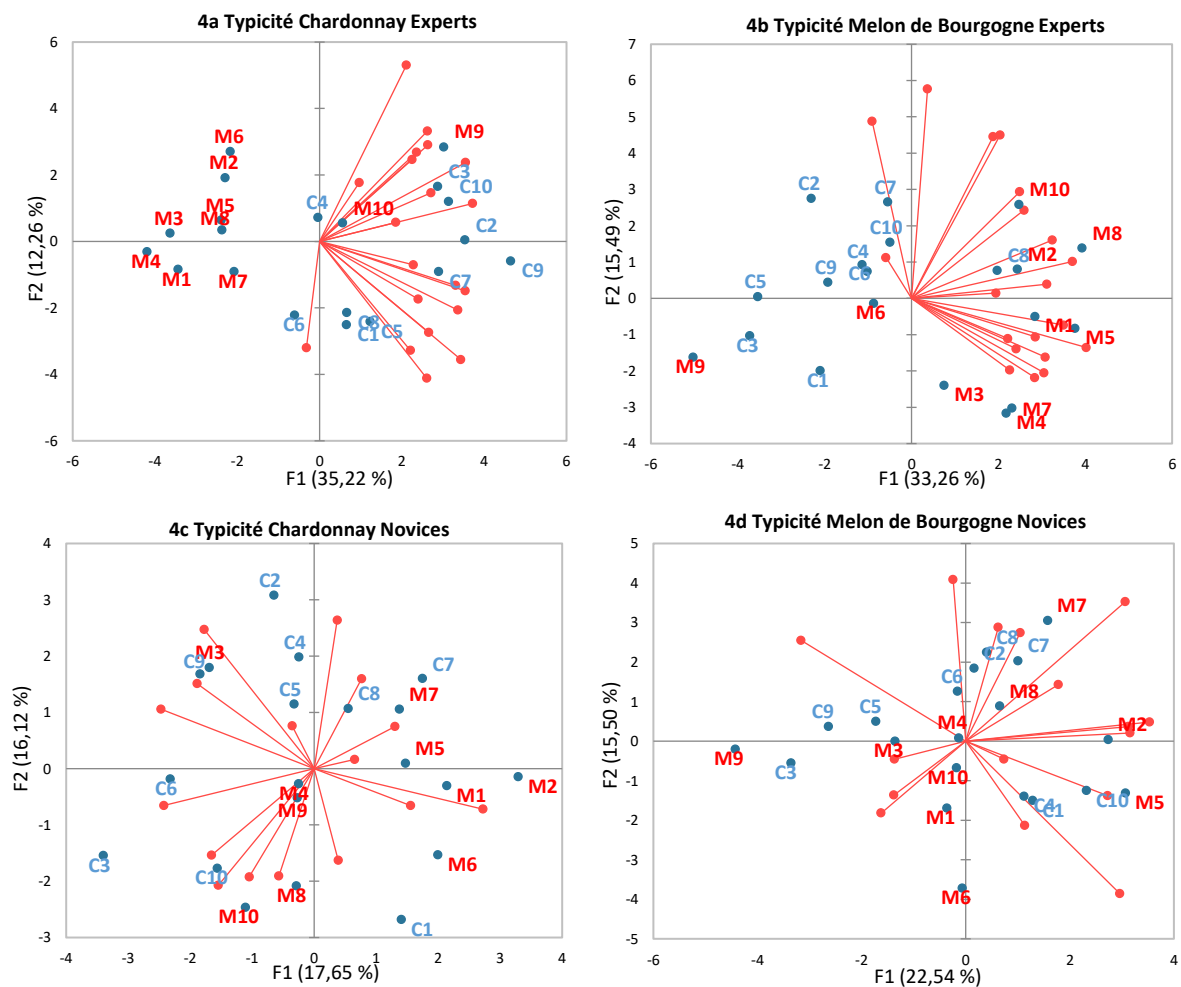
L'espace de similarité des experts montre une claire séparation entre les Chardonnay et les Melon de Bourgogne à quelques exceptions près (notamment M9 qui apparaît plus similaire aux Chardonnay et C8 qui apparaît proche des Melon de Bourgogne). La séparation perceptive entre les deux catégories étudiées est loin d'être évidente dans la MDS des novices. Ils ont réussi à regrouper relativement bien la plupart des Melon de Bourgogne, en revanche les Chardonnay sont assez dispersés. Plusieurs études ont montré une légère supériorité des experts dans la discrimination, en particulier dans les domaines du vin et de la bière (Peron et Allen, 1988 ; Rabin, 1988 ; Cholet et al. 2005 ; voir Partie 1). Cet avantage dans la discrimination peut certainement expliquer la meilleure séparation entre les deux catégories montrées par les experts. Également en accord avec Gawel (1997) et Solomon (1997), des phénomènes de top down alimentés par leur connaissance sur le vin, ont pu aider les experts à trouver les dimensions pertinentes pour différencier les échantillons et mieux cibler leurs similarités. Mais si nos résultats pour les experts coïncident bien avec ceux de Solomon (1997) qui avait trouvé que les experts regroupaient les vins par cépages. Il faut souligner que nos novices ont partiellement distingué les deux catégories et que leur espace de similarité n'est pas radicalement différent de celui des experts (comme c'était le cas pour Solomon). En effet une corrélation significative a été trouvée entre les coordonnées des vins sur l'axe 1 des experts et coordonnées des vins sur l'axe 1 des novices ( $r=-0.48$  ;  $p<0.05$ ). De plus les vins M9 et C8 ont été placés loin de leur catégories à priori de la même façon que les experts. Puisque les novices n'ont pas de connaissances sur le vin, nous pouvons déduire que la séparation entre nos deux catégories est partiellement basée sur des similarités perceptives.

L'évaluation des typicités Chardonnay et Melon de Bourgogne a mieux mis en évidence les différences entre experts et novices. Des analyses en composantes principales (ACP) sur les notes brutes de typicité Chardonnay et Melon de Bourgogne pour chaque panel. Les biplots des chaque ACP sont présentés en Figure 6 a et b pour les experts et en Figure 6 c et d pour les novices.

Ces analyses ont permis tout d'abord de visualiser le niveau d'accord entre les dégustateurs, ensuite de visualiser le niveau de séparation entre les deux catégories et pour finir, la correspondance entre les vins jugés typiques d'une catégorie et leur appartenance *a priori* à la catégorie.

En ce qui concerne l'accord général entre dégustateurs, il peut être déduit des corrélations et anti corrélations entre variables car elles représentent ici les dégustateurs. On peut voir que tous les experts sauf un projettent du même côté du plan F1-F2. Cette impression visuelle est confirmée par le fait que de nombreuses corrélations significatives et positives ont été trouvées entre experts. Les experts sont donc d'accord dans la façon de noter la typicité Chardonnay et la typicité Melon de Bourgogne, ce qui suggère qu'ils partagent une représentation mentale sur les catégories sensorielles « vins de Chardonnay » et « vin de Melon de Bourgogne ». Cet

accord global est absent chez les novices comme le montrent les figures 6c et 6d et les nombreuses anti corrélations entre dégustateurs. Les novices n'ont donc pas de représentation consensuelle de ce qu'est l'arôme du vin de Chardonnay ou du vin de Melon de Bourgogne.



**Figure 6.** Biplots des ACP réalisées sur les notes brutes de typicité Chardonnay et Melon de Bourgogne des experts (6a et 6b respectivement) et des novices (6c et 6d respectivement). (Élaborés à partir des données de Ballester et al. 2008)

Les observations des ACP représentent les échantillons évalués. Les figures 6a et 6b montrent que chez les experts il y a une très bonne séparation entre les Chardonnay et les Melon de Bourgogne et le fait que les échantillons situés du côté de la typicité Chardonnay élevée (à droite du graphe) sont effectivement vins de Chardonnay avec deux exceptions M10 et M9. Un résultat analogue peut être observé pour la typicité Melon de Bourgogne, les échantillons situés du côté de la typicité Melon de Bourgogne élevée sont en effet des vins de Melon de Bourgogne avec une exception pour C8. Il est intéressant de noter que le l'échantillon M9 a été jugé assez atypique de Melon de Bourgogne et plutôt typique de Chardonnay.

La configuration des vins obtenue par les experts par les jugements de typicité est très proche de la configuration obtenue grâce au tri libre. Cela a été confirmé par des corrélations très significatives entre les notes de typicité Chardonnay et Melon de Bourgogne des experts et les coordonnées des vins sur la première dimension de leur MDS. Ces résultats suggèrent que les experts possèdent des représentations mentales olfactives stables et bien définies pour les vins de Chardonnay et également pour les vins de Melon de Bourgogne. Ces représentations ont été construites par la dégustation répétée d'une grande diversité d'exemples des deux catégories dans le cadre de leur activité professionnelle. Grâce à cette pratique délivrée avec « feed-back » (les producteurs ont souvent une connaissance approfondie de ce qu'ils goûtent) les experts ont intégré les combinaisons de caractéristiques typiques de chaque catégorie. De plus, cette mémorisation a été renforcée par leurs connaissances techniques sur le raisin et le vin. Le fait d'avoir des représentations mentales claires concernant ces deux catégories de vins a sans doute aidé les experts à mieux réussir la tâche de tri même si dans cette tâche aucune allusion à des vins de Chardonnay ou Melon de Bourgogne a été faite et c'était la première tâche qu'ils ont réalisée. Par leur connaissance de ces deux cépages ils ont pu mettre en place des stratégies de type top down qui ont dirigé leur attention vers des caractéristiques sensorielles les plus pertinentes pour réaliser la tâche de tri.

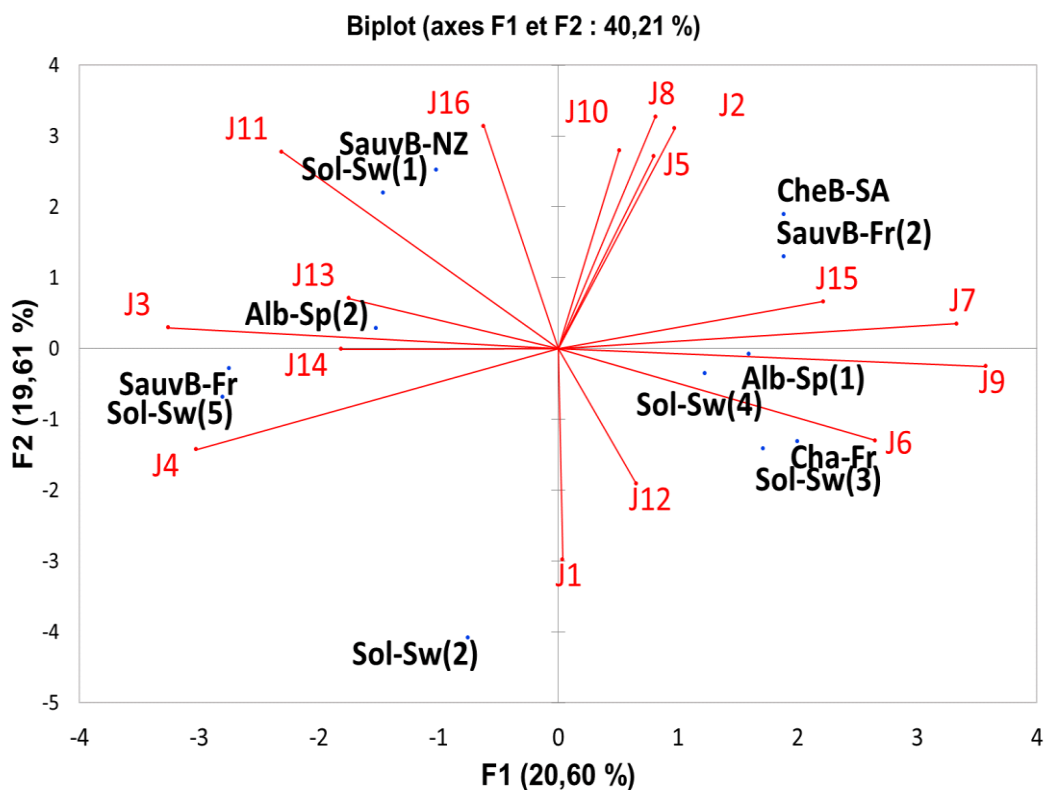
Les novices en revanche n'ont pas réussi à séparer Chardonnay et Melon de Bourgogne par leurs jugements de typicité. Une explication plausible est que les novices ont accès à un nombre de vins et à une diversité beaucoup plus faible, dans des situations où le vin n'est pas forcément leur principal intérêt et sans avoir un feed-back systématique. Les novices n'ont donc pas eu l'opportunité de construire des représentations stables et bien définies de l'odeur des vins de Chardonnay ou de Melon de Bourgogne. Ils ont néanmoins été capables de grouper les échantillons selon leur similarité et d'obtenir une configuration un peu différente de celle des experts, avec une moins bonne séparation entre Chardonnay et Melon de Bourgogne, mais néanmoins avec des points communs, comme le montre la corrélation significative entre les premières dimensions des MDS mentionnée plus haut. Ce résultat montre bien que ces deux catégories sensorielles sont basées au moins partiellement sur la similarité perceptive.

Une étude récente sur le cépage Solaris a donné des résultats tout à fait complémentaires à ceux-ci. Le cépage Solaris est un hybride interspécifique obtenu en Allemagne en 1975. Il est résistant au mildiou, à l'oïdium et il est bien adapté aux climats froids. Il est majoritaire dans les vignobles Danois et Suédois. Ce cépage étant relativement récent, les opportunités d'en déguster sont plus rares, même pour des professionnels du vin.

Nous avons cette fois-ci utilisé un panel de producteurs de vin Suédois pour évaluer la typicité variétale « Solaris » d'un ensemble de 12 échantillons dont 5 étaient des vins de Solaris. Contrairement aux résultats obtenus dans les études précédentes (Ballester et al. 2005 ; Ballester et al. 2008) les experts suédois n'étaient pas d'accord dans leur façon de noter la typicité des échantillons (Figure 7) ce qui indique qu'ils n'ont pas de représentation mentale commune sur

les caractéristiques sensorielles de ce cépage, bien que les échantillons de Solaris proposés dans l'étude aient montré quelques similarités sensorielles. En particulier, les Solaris de l'étude étaient significativement plus végétaux, acides, salés et astringents que les non-Solaris, tout en étant significativement moins fruités et frais.

Malgré donc la présence d'indices sensoriels associés aux vins de Solaris, les experts n'ont pas construit une représentation sensorielle partagée sur ces vins. Une explication peut être que les experts Suédois n'ont pas atteint le niveau d'exposition suffisante aux vins de Solaris, ni en quantité ni en diversité, et qu'ils n'ont pas pu extraire les régularités sensorielles caractérisant ce cépage. Cela peut être dû simplement au fait que la profession vinicole Suédoise est encore très jeune et que le nombre de vins de Solaris disponibles à la dégustation est encore très limité. Ce résultat confirme l'importance de l'exposition et de la pratique délibérée dans l'acquisition de l'expertise en vin.



**Figure 7.** Biplot des notes brutes de typicité Solaris obtenues par un panel de producteurs suédois. Sol-Sw=Solaris suédois ; Alb-Sp=Albariño Espagnol ; SauB-NZ=Sauvignon blanc de Nouvelle Zélande ; SauB-Fr=Sauvignon blanc français ; CheB-SA=Chenin blanc Sudafricain ; Cha-Fra=Chardonnay français. (Garrido-Bañuelos et al. 2020)

#### 4.1.2 1.2. La catégorisation du vin par catégorie de couleur : blanc, rouge et rosé.

Comme on l'a vu précédemment, plusieurs études ont montré que les experts ont des représentations mentales stables et consensuelles sur les catégories sensorielles fondées sur les

vins de cépage, et que les novices n'ont pas de telles représentations. Nous avons donc voulu étudier par la suite un niveau de catégorisation sur-ordonné au niveau « cépages » : les catégories de vins par couleur. L'intérêt de travailler sur les catégories blanc, rouge et rosé est que ce sont des catégories pour lesquelles même les novices ont un feedback systématique (rares sont les novices dégustant en verre noir ou avec les yeux bandés). Nous émettons l'hypothèse que même dans le cas d'une dégustation non délibérée et en absence de connaissances techniques, les novices auraient plus de chances de construire des représentations mentales olfactives partagées sur ces trois catégories de vins. Plus précisément, notre hypothèse est qu'autant les experts que les novices réussiront à catégoriser les vins par couleur en utilisant seulement des informations olfactives, mais que les experts réussiront mieux que les novices à cause de leurs connaissances sur le raisin et le vin. Néanmoins nous prédisons un écart entre experts et novices moins important que pour les catégories fondées sur les cépages. Bien évidemment pour ne pas rendre la catégorisation triviale, l'évaluation de l'odeur des échantillons devrait se faire en absence d'informations visuelles. Notre hypothèse va à l'encontre des conclusions de Morrot et al. (2001) dont l'étude a été présentée en partie 1. Les auteurs ont montré que l'information visuelle était la principale responsable des choix de descripteurs olfactifs lors de la description du vin et ils ont conclu que l'information olfactive était relativement peu importante en dégustation. Les auteurs affirment que la reconnaissance de la couleur (blanc ou rouge) d'un vin, uniquement par olfaction en verre noir, est une tâche difficile qui dépend beaucoup des vins choisis. Notre objectif était de vérifier si les dégustateurs avaient des représentations mentales stables de l'odeur des différentes catégories de vin basées sur la couleur. En plus des catégories vin rouge et vin blanc nous avons ajouté la catégorie vin rosé pour laquelle il n'y a pas d'information dans la littérature sur les aspects de catégorisation olfactive. Pour cela nous avons recruté un panel d'experts et un panel de novices à qui on a demandé d'effectuer une tâche de tri ternaire dirigé sur 18 vins dont 6 blancs, 6 rouges et 6 rosés. Le tri ternaire dirigé est différent du tri libre présenté précédemment, car cette fois on impose aux dégustateurs une catégorisation en trois groupes : vin rouge, vin blanc et vin rosé. Le fait de mentionner les trois catégories de vins que nous étudions active les représentations mentales de ces catégories dans la tête des dégustateurs, et fait intervenir des processus cognitifs plus complexes que dans le cas du tri libre basé sur la similarité. Toutes les évaluations se sont faites en verre INAO noir et exclusivement par voie orthonasale.

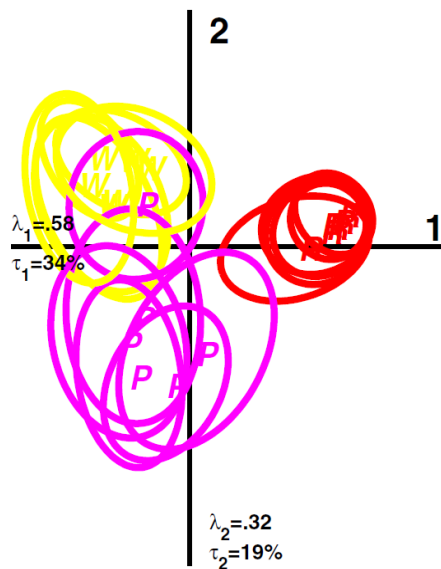
Nous avons demandé à un troisième panel de sujets entraînés de réaliser un tri libre afin de vérifier si le résultat serait similaire à ceux obtenus par le tri dirigé. Le panel entraîné a ensuite réalisé une description en fréquence de citation des échantillons en utilisant une liste de 115 attributs et des échelles d'intensité structurées à 5 points. Cette description a permis de vérifier si les dégustateurs choisissaient des attributs considérés appropriés pour décrire des vins de la même couleur que le vin évalué, même en l'absence d'information visuelle. Les questions scientifiques et les méthodes sont résumées dans le tableau 1.

**Tableau 1.** Résumé des questions scientifiques, des panels et des méthodologies utilisés dans l'étude sur les catégories de vin fondées sur la couleur.

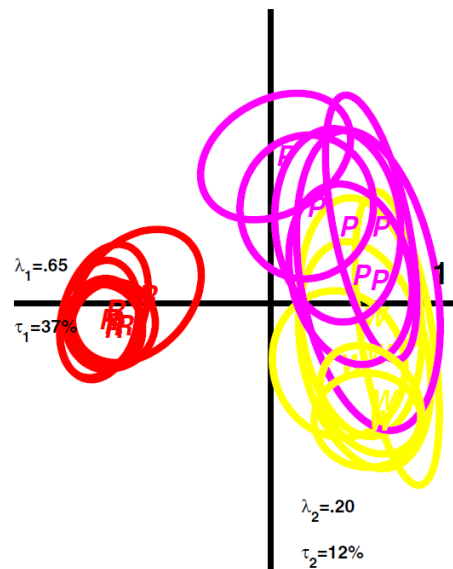
Question scientifique	Panel	Tâche
<i>Est-ce que les experts ont des représentation stables et consensuelles sur les catégories vin basées sur la couleur ?</i>	Experts	Tri ternaire dirigé
<i>Est-ce que les novices ont des représentation stables et consensuelles sur les catégories vin basées sur la couleur ?</i>	Novices	Tri ternaire dirigé
<i>Dans quelle mesure les trois catégories étudiées sont basées sur des similarités olfactives ?</i>	Entraînés	Tri libre
<i>Est-ce que les descripteurs utilisés se réfèrent à des objets d'une couleur proche de celle du vin évalué, même en absence d'information visuelle ?</i>	Entraînés	Analyse descriptive

Les résultats des tris ternaires dirigés d'experts et novices ont été analysés par la méthode DISTATIS (Abdi et al. 2007). Les cartes compromis sur les deux premières dimensions, pour les experts et pour les novices, sont présentées dans la Figure 8. Des ellipses de confiance à 95% ont été calculées autour de chaque échantillon de façon à pouvoir déterminer si deux échantillons ont des positions significativement différentes sur la carte compromis.

#### 5a. EXPERTS

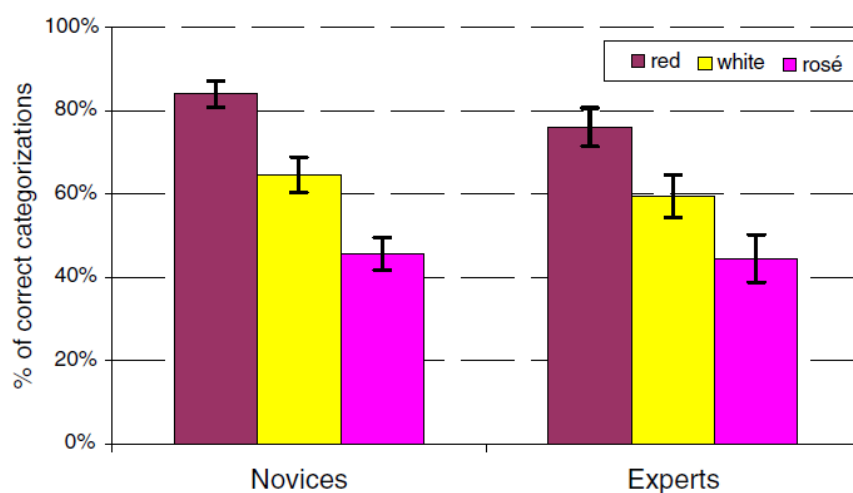


#### 5b. NOVICES



**Figure 8.** Cartes compromis de l'analyse DISTATIS à partir des données de tri ternaire dirigé pour les experts (8a) et les novices (8b). (Ballester et al. 2009)

La comparaison des experts et novices montre que les deux panels ont bien séparé les vins rouges des deux autres catégories et que les vins rosés sont très superposés avec les blancs. Il est intéressant de signaler que la séparation de la catégorie vin rouge a été légèrement plus claire pour les novices, ce qui était contraire à notre hypothèse. En effet sur la Figure 8a on peut voir que pour les experts un des vins rosés est partiellement superposé avec un des vins rouges tandis que pour les novices (Figure 8b) aucune superposition n'est visible. Pour aller plus loin, nous avons calculé le pourcentage de catégorisations correctes pour experts et novices et pour chaque catégorie de vin. Les pourcentages moyens sont présentés sur la Figure 9.



**Figure 9.** Pourcentage moyen de catégorisations correctes pour les panels expert et novice pour chaque catégorie de vin. Les barres d'erreur représentent les erreurs standard. (Ballester et al. 2009)

Ces résultats numériques confirment l'interprétation visuelle des analyses DISTATIS. La réussite dans la tâche de catégorisation a été tout à fait équivalente entre les experts et les novices. Les vins les mieux catégorisés étaient les vins rouges suivis des vins blancs et en dernier les vins rosés.

L'ensemble de ces résultats confirme partiellement notre hypothèse car experts et novices ont des représentations mentales olfactives très bien définies concernant la catégorie des vins rouges et la catégorie des vins blancs. En revanche, nous avons prédit une meilleure séparation pour les experts ce qui n'a pas été confirmé par nos données. L'avantage cognitif attribué aux experts ne les a pas particulièrement favorisés pour cette tâche de catégorisation. Concernant la catégorie des vins rosés, ni les experts ni les novices n'ont une représentation mentale distincte car il semble y avoir une forte confusion entre l'arôme des vins blancs et l'arôme des vins rosés. La confusion concernant la catégorie vin rosé peut venir de la diversité de styles de rosés inclus dans cette étude. En effet, en fonction des cépages utilisés et la durée de macération (pressurage direct versus saignée) un rosé peut ressembler plutôt à un blanc ou



Les attributs choisis et notés par le jury entraîné ont été considérés en combinant leur fréquence et leur intensité par le calcul de la moyenne géométrique pour chaque vin (Dravnieks *et al.* 1978). Seulement les attributs avec une moyenne géométrique supérieure à 0.04 ont été retenus pour l'analyse statistique, qui a consisté en une ACP suivie d'une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) sur les 10 premières dimensions de l'ACP avec caractérisation des clusters par des valeurs test (Lebart *et al.* 2006) La CAH a donné un point de coupe en deux clusters : un qui contenait tous les vins rouges et un rosé et l'autre qui contenait tous les blancs et le reste des rosés. Seulement 6 descripteurs ont obtenu des valeurs tests significatifs. Le Tableau 2 résume comment chaque cluster a été décrit.

**Tableau 2.** Composition et description des clusters obtenus par la tâche de description par les sujets entraînés. Seulement les descripteurs avec des valeurs test significatifs et positifs ont été considérés.

Membres de la classe		Descripteurs significatifs	Valeurs test	Probabilité
W1, W2, W3, W4, W5, W6, P1, P2, P3, P5, P6	Significativement plus	Ananas	2.99	0.001
		Agrumes	2.87	0.002
		Poire	2.64	0.004
		Pêche/abricot	2.50	0.006
	Significativement moins	Mûre	-2.34	0.01
		Boisé	-3.18	0.001
R1, R2, R3, R4, R5, R6, P4	Significativement plus	Boisé	3.18	0.001
		Mûre	2.34	0.01
	Significativement moins	Pêche/abricot	-2.50	0.006
		Poire	-2.64	0.004
		Agrumes	-2.87	0.002
		Ananas	-2.99	0.001

Ce résultat est intéressant dans la mesure où les sujets ont bien utilisé des descripteurs évoquant des sources odorantes jaunes et oranges pour les vins blancs et rosés, et des descripteurs évoquant des objets foncés, comme c'était le cas de l'étude de Brochet et Dubourdiou (2001) et Morrot *et al.* (2001), mais rappelons que dans notre cas les sujets n'ont pas eu accès à la couleur des vins car ils les ont évalués en verre noir. Une possible explication est que les dégustateurs auraient spontanément catégorisé les vins (pas forcément consciemment) avant de les décrire, et que l'activation d'une catégorie couleur aurait orienté la recherche de descripteurs en cherchant la cohérence entre la couleur de l'objet décrit et celle de l'attribut utilisé pour le décrire.

Avec cette étude nous voulions vérifier si la différence trouvée entre experts et novices sur la catégorisation de vins en fonction du cépage diminuait dans le cas de catégories plus simples comme les catégories basées sur la couleur du vin. Nos résultats ont montré que les différences entre experts et novices non seulement diminuaient mais elles disparaissaient. La simplicité de la catégorisation par couleur, le fait que la couleur est une caractéristique très saillante, contrairement au cépage qui n'est pas toujours indiqué sur l'étiquette, fourni un feedback en temps réel aux dégustateurs. Cela a permis même aux novices de repérer les régularités olfactives associés à chaque couleur et ainsi construire des représentations catégorielles stables de l'odeur des vins blanc et rouges.

Nos résultats sont donc en contradiction avec les conclusions de Morrot et al. (2001). Selon ces auteurs la différenciation entre vins blancs et vins rouges se fait essentiellement par la vision, l'information olfactive ne contribuant pas à cette différenciation. En revanche, nous avons trouvé une très bonne séparation entre les catégories vin blanc et vin rouge sans la contribution de la vision, par le biais de trois tâches mettant en jeu des processus cognitifs différents : une catégorisation explicite, une catégorisation libre basée sur la similarité perceptive et une description. Il est possible que les informations visuelle et olfactive soient traitées en parallèle mais que quand la vision est présente simultanément elle domine l'olfaction comme l'ont montré Pangborn *et al.* (1963) ou Parr et al. (2003).

En revanche nos résultats sont en accord avec ceux de Morrot *et al.* sur le fait que la couleur est une dimension majeure dans l'organisation des catégories liées au vin indépendamment du niveau d'expertise considéré.

#### 4.1.3 *La catégorisation des vins selon leur origine géographique.*

Nous avons vu qu'experts et novices possédaient des représentations aromatiques stables et bien distinctes des catégories vin rouge et vin blanc. En revanche dès qu'on descendait au niveau de catégorisation sous-ordonné, c'est-à-dire les cépages, seulement les experts montraient des représentations stables mais pas pour tous les cépages (Llobodanin *et al.* 2014). La question de savoir si les experts ont accès à plus de dimensions sensorielles que les novices fait l'objet de débat dans la communauté scientifique. Certains chercheurs comme Solomon (1997) et Beguin (2003) suggèrent que les experts seraient capables d'extraire plus de dimensions sensorielles des échantillons que les novices et que cela leur permettrait de faire des catégorisations plus fines. Cela a été confirmé dans une étude de Parr et al. (2007) lesquels ont montré que des experts en vin Néozélandais étaient capables de distinguer des vins de Sauvignon blanc de deux origines géographiques distinctes. Les novices resteraient sur un niveau de catégorisation plus global, basé seulement sur des dimensions sensorielles très saillantes. De façon un peu provocatrice, Solomon (1991) affirme qu'une possible catégorisation au niveau de base pour les novices serait « vin » opposé à « soda », tandis qu'une catégorisation au niveau de base pour les experts en vin pourrait être « Château Margaux 1975 » versus « Château Margaux 1976 ».

D'autres chercheurs comme Chollet et Valentin (2000) ont montré que sur un échantillonnage de vins différant principalement par leur dimension boisée, experts et novices étaient tout à fait équivalents quant au nombre de dimensions perceptives utilisées. Ceci a été observé aussi bien sur la dimensionalité de leur espace descriptif que sur la dimensionalité de leurs espaces de similarité. Dans notre étude sur les catégories Chardonnay et Melon de Bourgogne présentée dans le paragraphe 1.1 également, les espaces de similarité d'experts et novices avaient des valeurs de stress similaires et des configurations des produits partiellement corrélées.

Nous avons voulu poursuivre nos recherches sur les catégories de vin en étudiant un niveau de catégorisation plus précis que le cépage. Bien évidemment, il n'y a pas une seule façon de catégoriser les vins à l'intérieur d'une catégorie cépage, mais celle que l'on rencontre le plus fréquemment est la sous-catégorie selon l'origine géographique. Cette logique ne peut s'appliquer que dans les cas des vins monovariétaux, comme le cas du Chenin blanc et sa sous-catégorie d'origine Savennières (Perrin, 2008), le Gamay et sa sous-catégorie d'origine Fleurie (Jaffré, 2009) et le Cabernet franc et ses sous-catégories d'origine Anjou rouge et Anjou Brissac (Perrin, 2008 ; Cadot *et al.* 2010). Il faut dire que les études sur les catégories sensorielles basées sur l'origine géographique ont pour la plupart conclu à la non existence d'une représentation mentale partagée entre les dégustateurs et/ou l'absence de différences significatives sur les notes de typicité entre la catégorie cible et les catégories contraste.

Lors d'une étude récente sur 6 AOP de vins rouges d'assemblage du sud de la France, Leriche *et al.* (2020) ont montré que seulement deux AOP sur les six étaient reconnues sensoriellement via des jugements de typicité. Mais le cas le plus surprenant concerne la catégorie « vins du Duché d'Uzès » étudiée par Jaffré (2009), pour laquelle un jury d'experts de la région a trouvé des différences significatives entre la moyenne de typicité des vins de Duché d'Uzès (moyenne 4.32) et celle des vins des catégories voisines (moyenne 4.98). Bien que l'écart soit minime, cela reste un résultat surprenant qui n'a pas empêché l'INAO d'accorder la création de l'AOP Duché d'Uzès quelques années plus tard.

Nous avons voulu apporter notre contribution en étudiant deux sous-catégories d'origine de la catégorie cépage Pinot noir. Nous avons choisi en particulier deux appellations de la Côte de Nuits à savoir, l'AOP Gevrey-Chambertin et l'AOP Chambolle-Musigny. La raison pour laquelle nous avons choisi ces deux AOPs est que l'on avait une série d'indices provenant de sources non académiques indiquant que les consommateurs auraient deux représentations mentales radicalement différentes de ces deux appellations. En effet, au moins depuis le XIX<sup>ème</sup> siècle, producteurs, journalistes et prescripteurs qualifient les vins de Gevrey-Chambertin comme "masculins" (corsés, tanins puissants, cuir, rustique...) et les vins de Chambolle-Musigny plus "féminins" (délicat, élégant, tanins soyeux, floral...). Cette dichotomie est également véhiculée dans des supports plus officiels comme le site internet du Bureau Interprofessionnel des Vins de Bourgogne( <http://www.vins-bourgogne.fr/>) et justifié de façon plus ou moins convaincante par un lien au terroir dans les Cahiers des charges des AOP Chambolle-Musigny (INAO, 2010a) et Gevrey-Chambertin (INAO, 2010b).

Dans cette étude nous avons voulu accéder aux représentations mentales de nos dégustateurs de deux façons : d’abord conceptuellement sans déguster les vins, et ensuite sensoriellement en dégustant les vins. En revanche pour des raisons logistiques nous n’avons pas pu faire appel à des expert en vin et nous avons dû utiliser à la place des amateurs éclairés. Afin de vérifier la robustesse de nos résultats, nous avons répliqué l’étude deux années consécutives.

Chaque année nous avons sélectionné 8 échantillons : 4 Gevrey-Chambertin et 4 Chambolle-Musigny, tous de niveau villages, avec un prix entre 20 et 40 euros la bouteille et trois ou quatre ans d’âge. En 2014 nous avons choisi 4 producteurs pouvant nous fournir un échantillon de chaque appellation (Tableau 3), ce qui n’avait pas été possible en 2013. Cela nous a permis de vérifier dans quelle mesure la « patte » du vigneron pouvait dominer l’effet de l’appellation.

**Tableau 3.** Caractéristiques et codes des vins sélectionnés pour chaque séance.

Ch= Chambolle-Musigny ; G= Gevrey-Chambertin. (Ballester et Jacquet, 2014)

Séance année 2013		Séance année 2014	
Code	Millésime	Code	Millésime
Ch-09_1	2009	Ch-10_D	2010
Ch-10_2	2010	Ch-11_D	2011
Ch-10_3	2010	Ch-11_F	2011
Ch-10_4	2010	Ch-11_J	2011
G-09_1	2009	G-10_D	2010
G-10_2	2010	G-11_D	2011
G-09_3	2009	G-11_F	2011
G-10_4	2010	G-11_J	2011

Les deux panels étaient composés de 16 étudiants du Diplôme Universitaire « Terroir et dégustation », qui étaient considérés *a priori* comme ayant une forte implication vis-à-vis du vin. La séquence des tâches était identique les deux années. Tout d’abord les participants devaient décrire leurs perceptions concernant la texture en bouche des échantillons et utilisant la méthode de la fréquence de citation (Campo *et al.* 2010). A ce niveau, les dégustateurs n’avaient aucune information sur les appellations présentes dans l’échantillonnage ni sur le but de l’étude, ils savaient juste qu’il s’agissait de Pinots noir de Bourgogne. Le but de cette tâche était de vérifier la narrative sur ces deux appellations portant sur l’opposition entre tannins corsés et puissants des vins de Gevrey-Chambertin (correspondant à un stéréotype de mascu-

linité) et des tanins fins et soyeux des vins de Chambolle-Musigny (correspondant à un stéréotype de féminité). Les participants ont donc décrit les vins sans aucune connaissance des catégories étudiées. La liste de vocabulaire a été créée à partir des descripteurs utilisés dans les différents supports de communication consultés et comportait 8 descripteurs à connotation masculine (agressifs, corsés, durs, granuleux, râpeux, rugueux, rustiques, virils) et 9 descripteurs à connotation féminine (délicats, féminins, fins, fondus, mûrs, ronds, souples, soyeux, veloutés).

La deuxième tâche visait à explorer conceptuellement le contenu des représentations mentales des participants concernant les deux appellations à l'étude. La tâche consistait en une association libre de mots formulée de la façon suivante :

*« Quand je dis Chambolle-Musigny qu'est-ce qui vous vient à l'esprit ? »*

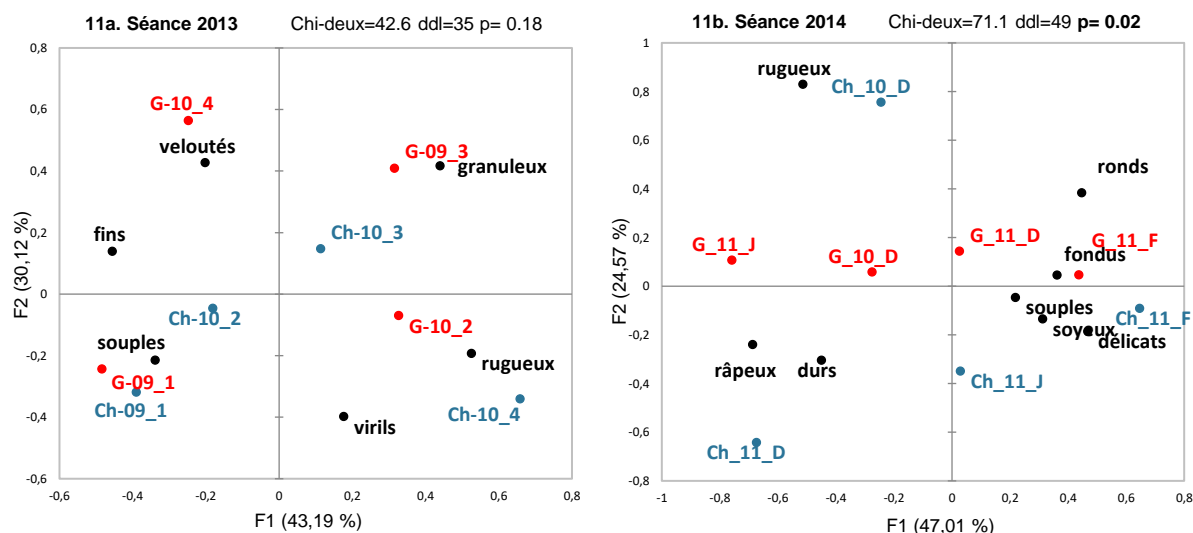
*« Quand je dis Gevrey-Chambertin qu'est-ce qui vous vient à l'esprit ? »*

La moitié du panel a commencé par la question sur Chambolle-Musigny et l'autre moitié par la question sur Gevrey-Chambertin. Les fréquences de citation des mots collectés ont été calculées pour chaque catégorie de vins.

La troisième et dernière tâche consistait en un tri binaire dirigé. Les dégustateurs devaient catégoriser les 8 échantillons en deux groupes ; un pour les vins de Gevrey-Chambertin et un autre pour les vins de Chambolle-Musigny. Ayant fait précédemment l'exercice d'association de mots, les sujets avaient donc activé leur représentation mentale des deux catégories à l'étude. Les résultats de cette tâche ont été analysés par le nombre de vins bien classés. Des tests de Chi-deux pour chaque vin ont permis de conclure si la classification avait été faite au hasard ou pas.

A la fin de la séance, les participants ont répondu à un questionnaire visant recueillir des informations socio-démographiques et à évaluer leur niveau d'implication vis-à-vis du vin. Le résultat de ce questionnaire a confirmé que nos dégustateurs étaient fortement impliqués car ils ont tous au moins une formation sur le vin, 76% du panel possède plus de 5 ouvrages sur le vin, font de l'œnotourisme, possèdent plus de 20 bouteilles dans leur cave, et presque 60% du panel participe souvent à des dégustations. On peut considérer ce panel comme ayant un niveau d'expertise intermédiaire.

Les résultats de la tâche de description en fréquences de citation ont été analysés par une Analyse Factorielle de Correspondances (AFC) après élimination des descripteurs peu cités ou peu discriminants. La Figure 11 montre les plans F1-F2 pour la séance de 2013 et de 2014 (11a et 11b respectivement).



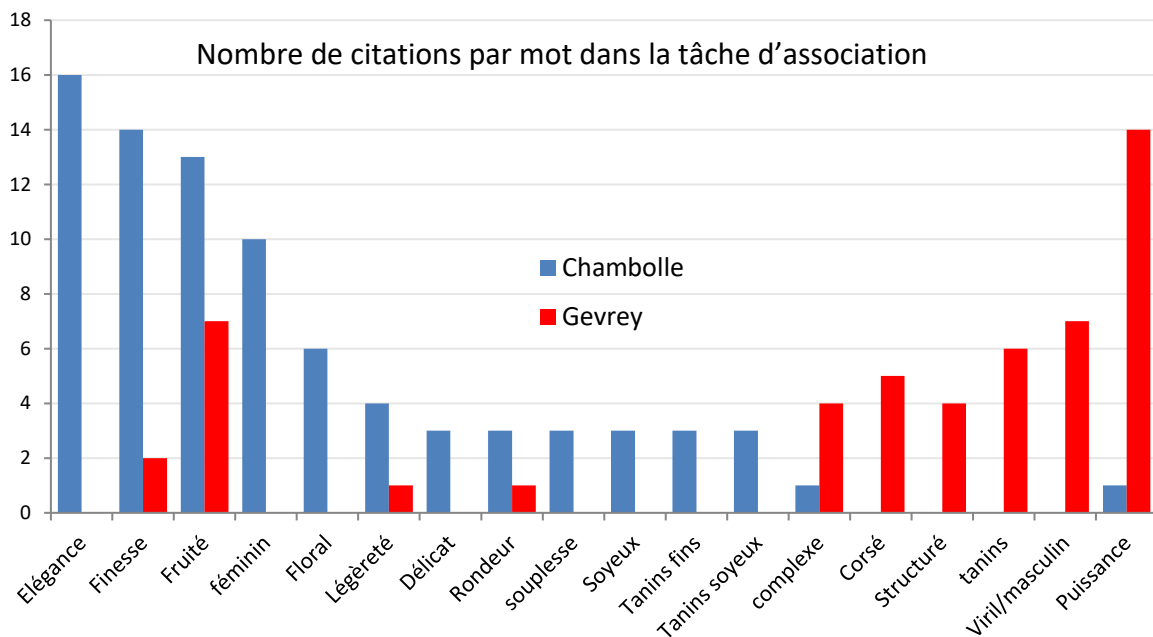
**Figure 11.** Plans F1-F2 des Analyses Factorielles de Correspondances pour les fréquences de citation des descripteurs de texture obtenus en 2013 (a) et en 2014 (b).

Les résultats des deux séances donnent des pourcentages de variance expliquée similaires supérieurs à 70% et des configurations d'échantillons et descripteurs similaires. Les résultats de la séance de 2013 doivent être pris avec précaution, même s'ils ont l'air d'avoir du sens, car la valeur de Chi-deux du tableau de fréquences à une probabilité de 18% et il ne peut donc pas être considéré comme différent du hasard. Cela est peut-être dû, d'un côté à la taille réduite de notre panel, en effet Campo et al. (2010) conseillent un panel de plus de 30 personnes pour la description par la méthode de la fréquence de citation, et notre panel ne comptait que 16 personnes. D'un autre côté, les dégustateurs n'ont pas suivi d'entraînement ni d'alignement sur le vocabulaire utilisé. Le résultat de la séance de 2014 montre que les fréquences obtenues sont différentes du hasard et par conséquent, on peut accorder plus de crédibilité à l'AFC qui en résulte. Le panel de 2014, malgré sa petite taille, ont réussi à bien caractériser la texture des vins soit parce qu'ils étaient plus à l'aise avec les descripteurs, soit parce que les vins proposés en 2014 avaient des caractéristiques sensorielles plus contrastées et donc plus faciles à caractériser.

Aussi bien pour 2013 que pour 2014, F1 sépare les vins dont la texture tanique a été décrite avec des mots à connotation féminine de ceux à connotation masculine. En revanche les vins des deux catégories sont assez mélangés sur tout le plan F1-F2 et par conséquent, d'un point de vue de la texture des tanins, nos résultats ne confirment pas les caractéristiques supposées être associées à chaque catégorie de vins selon le discours ambiant.

Le résultat de la tâche d'association libre de mots est présenté sur la Figure 12. Les fréquences sont cumulées sur les deux années. Cette Figure montre que les mots les plus associés à Chambolle-Musigny sont élégance, finesse, fruité, féminin, floral, légèreté, délicat, rondeur, souplesse et soyeux. De la même façon, les mots les plus associés à Gevrey-Chambertin sont puissance, masculinité, tanins, structuré, corsé, complexe, et fruité. Ces mots renvoient tout à fait au stéréotype de féminité associé à Chambolle-Musigny et de masculinité de Gevrey-Chambertin évoqué dans le discours ambiant, que ce soit sur des supports commerciaux ou officiels.

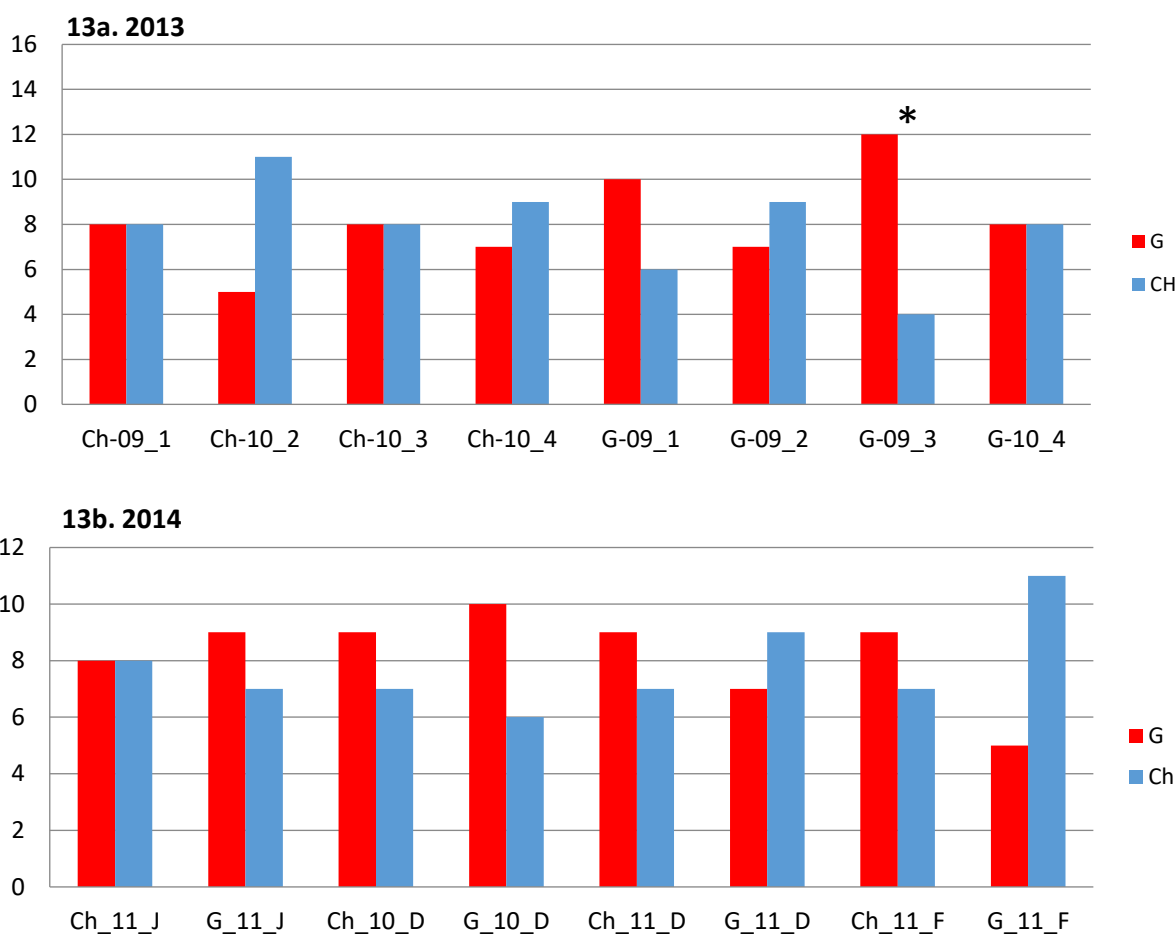
Ces conceptions de la féminité et la masculinité sont complètement datées et ne sont plus en accord avec notre société du XXI<sup>ème</sup> siècle, mais ils semblent encore trouver leur place dans le discours sur le vin où histoire et tradition ont été et sont encore des dimensions importantes. Nos résultats montrent bien que nos dégustateurs ont bien intégré lors de leurs visites, formations, lectures et dégustations les idées du discours ambiant associées à ces deux appellations. Ils vont pouvoir activer ces représentations, très contrastées, dans la tâche de catégorisation ultérieure.



**Figure 12.** Fréquences des mots associés à Chambolle-Musigny (en bleu) et à Gevrey-Chambertin (en rouge) cumulées sur les deux séances (2013 et 2014). (Ballester et Jacquet, 2014)

Les résultats de la tâche de catégorisation sont présentés sur la Figure 13, ci-dessous. Les réponses de l'ensemble des juges pour chaque vin sont données pour 2013 (13a) et pour 2014 (13b).

Un test de Chi-deux a été réalisé pour chaque vin sur la distribution des choix des 16 sujets entre les deux choix possibles : Chambolle-Musigny (en bleu) et à Gevrey-Chambertin (en rouge). Les résultats montrent que sur 16 vins testés, seulement un a été significativement catégorisé dans sa catégorie à priori. Il s'agit du vin G-09\_3 qui a été correctement classé dans la catégorie Gevrey-Chambertin par 12 sujets sur 16.



**Figure 13.** Nombre de catégorisations pour chaque AOP et chaque échantillon (n=16) pour la séance de 2013 (11a) et 2014 (11b). \*=significatif selon un test de Chi-deux à 1 ddl. (Ballester et Jacquet, 2014)

En conclusion, malgré des représentations mentales consensuelles et stables, nos résultats n'ont pas corroboré la correspondance entre la représentation mentale et la réalité sensorielle des échantillons.

Comment expliquer ces représentations mentales si elles ne sont pas validées par les caractéristiques sensorielles des vins des deux appellations ? Mon collègue et coauteur de ce travail, l'historien Olivier Jacquet, a trouvé des documents historiques qui peuvent apporter des éléments d'explication.

Au XIXe siècle en Bourgogne, la vinification, l'élevage et la commercialisation étaient entre les mains des négociants. Ils imposaient leurs normes de production et de marque, la réputation de certains villages leur servant à mettre en place un « système d'équivalences ». En l'absence de réglementation sur les appellations d'origines (elles naitront en 1936), tout vin présentant par exemple un caractère fin et élégant produit sur la Côte de Nuits pouvait être vendu sous le nom de Chambolle-Musigny. Reste à trouver l'origine de cette distinction entre deux appellations voisines de la Côte de Nuits. Certaines sources historiques pointent l'encépagement comme possible explication. Denis Morelot écrivait, dans un ouvrage célèbre (Morelot, 1831),

que Chambolle-Musigny était planté de pinots noirs, mais aussi de pinots blancs. De plus, en 1930, le jugement de la délimitation de Chambolle-Musigny confirme le droit à cette appellation pour les vins de Pinot noir et Chardonnay (que l'on confondait souvent avec le pinot blanc) alors que le jugement de délimitation de l'appellation Gevrey-Chambertin de 1929 n'autorisait que le Pinot noir. Cette proportion de blanc dans le cas du Chambolle-Musigny a pu rendre les vins plus souples et moins taniques, apportant également une touche acidulée. C'est peut-être à cette époque, tout au long du XIX<sup>e</sup> et début du XX<sup>e</sup>, que la réputation du Chambolle-Musigny s'est installée et que le discours commercial sur la féminité est apparu et a été alimenté par les négociants, par opposition à un style plus corsé représenté à l'époque par le Gevrey-Chambertin. De nos jours aucun vigneron, ni de Gevrey-Chambertin ni de Chambolle-Musigny n'ajoute du vin blanc dans son Pinot noir. Néanmoins les différents acteurs de la profession ont perpétué le message qui façonne encore aujourd'hui la représentation sensorielle que les gens se font de ces deux catégories de vin.

#### 4.1.4 *Une approche complète sur les catégories de vin du Beaujolais.*

Les connaissances scientifiques avancent au fil des études pas à pas en comparant et juxtaposant les résultats des uns et des autres. En revanche il est parfois délicat de faire des comparaisons entre études car souvent les panels sont différents, les stimuli sont différents et les méthodologies sont également différentes. La thèse CIFRE de Carole Honoré-Chedozeau, financée par la SICAREX Beaujolais et que j'ai co-encadrée avec Dominique Valentin et Sylvie Chollet, a été l'occasion de tester nos hypothèses sur l'expertise et les représentations mentales en gardant les mêmes panels, les mêmes *stimuli* et les mêmes approches méthodologiques.

L'offre vinicole française est principalement présentée aux consommateurs par leur Appellation d'Origine Protégée (AOP) et contrairement à d'autres pays européens la France a poussé le système de classification par AOP à un niveau de complexité assez difficile à saisir par les consommateurs, y compris les consommateurs français. En France la hiérarchie des appellations commence à niveau régional pour se complexifier vers des aires d'appellation à l'échelle des villages et à l'échelle de la parcelle. Le but de cette étude était de vérifier comment le niveau d'expertise impactait les stratégies de catégorisation des dégustateurs. De plus, nous voulions étudier les représentations des dégustateurs à deux niveaux : les représentations fondées sur les caractéristiques chimiosensorielles des vins et les représentations conceptuelles des vins véhiculées par les informations contenues sur les étiquettes. Nous avons inclus dans l'étude trois niveaux d'expertise : des experts, des novices familiers et des novices non familiers. Sur la base des résultats de la littérature, nous nous attendions à ce que les experts utilisent plus leurs connaissances et privilégient des processus top-down, tandis que les non-experts qui possèdent moins de connaissances devraient utiliser plutôt les informations provenant des échantillons dans un processus dominé par des mécanismes bottom-up. Une hypothèse supplémentaire était que les différences entre niveaux d'expertise seraient moins importantes sur les représentations conceptuelles que sur les représentations perceptuelles,

car les novices (surtout les familiers) ont pu avoir accès à la taxonomie des catégories de vin du Beaujolais via des lectures ou des cartes de vin dans les restaurants. Nous avons étudié trois niveaux de catégorisation allant du plus général (niveau cépage), ensuite le niveau intermédiaire (niveau AOP), et le niveau le plus fin (lieu-dit ou pas). Notre hypothèse, au vu des résultats de la littérature, était que les différences entre experts et novices seraient plus importantes pour les niveaux de catégorisation les plus fins.

Les détails sur les trois niveaux de catégorisation sont les suivants :

- A niveau des cépages nous avons comparé les catégories « Gamay » et « Pinot noir ». Les vins de Gamay provenaient du Beaujolais et les vins de Pinot noir de Bourgogne.
- A niveau des AOP nous avons comparé les catégories Beaujolaises « Régnié » et « Morgon »
- A niveau de la parcelle avons comparé les catégories « mention de lieu-dit » et « pas mention de lieu-dit » au sein de l'AOP Morgon

Afin de gagner en robustesse et de mieux pouvoir généraliser nos résultats, trois sets de 12 vins ont été choisis pour chaque niveau de catégorisation (108 échantillons en total). Le Tableau 4 montre le design expérimental et l'organisation des séances pour le set 1. Le même travail a été réalisé sur les deux autres sets.

**Tableau 4.** Plan expérimental et organisation des séances de l'étude pour un set de vins.

Set 1			
Condition Perceptuelle			Condition Conceptuelle
Séance 1	Séance 2	Séance 3	Séance 4
<i>Niveau Cépage</i>	<i>Niveau AOP</i>	<i>Niveau Lieu-dit</i>	<i>Niveau Cépage (12 étiquettes)</i>
<i>(12 vins)</i>	<i>(12 vins)</i>	<i>(12 vins)</i>	<i>Niveau AOP (12 étiquettes)</i>
			<i>Niveau Lieu-dit (12 étiquettes)</i>

Les détails méthodologiques des deux conditions sont les suivants :

- Pour la première condition, que nous avons appelée « perceptuelle », les dégustateurs n'ont aucune information ni sur les vins (juste qu'il s'agit de vins rouges) ni sur l'objectif de l'étude. De plus, ils ont dégusté en verre INAO noir pour éviter des biais dus à l'information visuelle. On peut dire que dans cette condition l'information qui remonte des échantillons est de nature chimiosensorielle. La tâche proposée pour chaque niveau de catégorisation et chaque set était un tri binaire non dirigé. L'instruction précise était « Nous vous demandons de former deux groupes en mettant ensemble les

vins qui pour vous se ressemblent ». Une fois les deux groupes constitués, les participants devaient décrire avec leurs propres mots les groupes formés. Pour éviter la fatigue, les trois niveaux de catégorisations ont été évalués dans des séances différentes.

- La deuxième condition, appelée « conceptuelle », consistait à une catégorisation des étiquettes des vins dégustés dans la condition perceptuelle (scannées, plastifiées et codées à trois chiffres). Ici l'information remontant des échantillons était essentiellement de nature conceptuelle par l'information écrite sur l'étiquette mais aussi sensorielle (visuelle) par les couleurs et la composition esthétique de l'étiquette. La tâche consistait également en un tri binaire non dirigé. L'instruction précise était « Regroupez les étiquettes qui, selon vous, appartiennent à la même catégorie de vin, en formant deux groupes ». Une fois les deux groupes constitués, les participants devaient également décrire avec leurs propres mots chaque groupe d'étiquettes. Pour la condition conceptuelle, les trois niveaux de catégorisation ont été évalués dans la même séance.

Concernant les dégustateurs, les trois niveaux d'expertise étaient caractérisés de la façon suivante :

- Les experts étaient des vignerons, œnologues conseil, conseillers viticoles et personnel de laboratoire œnologique.
- Des novices familiers étaient des consommateurs habituels de vin du Beaujolais habitant dans le vignoble du Beaujolais.
- Des novices non familiers habitaient dans une zone sans vignoble, en l'occurrence Lille.

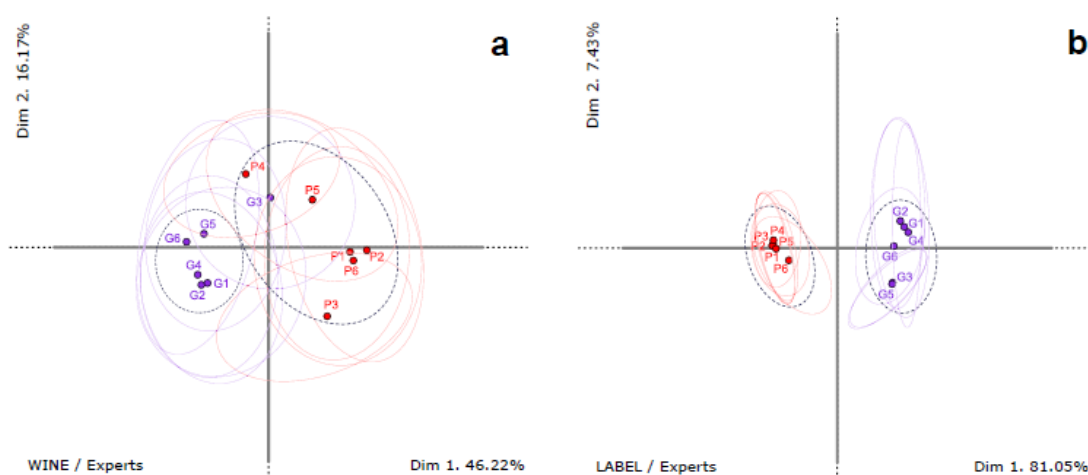
Un panel différent a été recruté par set d'échantillons, condition et niveau d'expertise. Ainsi, 9 panels ont participé à l'étude, chacun réalisant 4 séances (trois perceptives et une conceptuelle). La taille moyenne des panels était de 17 personnes.

Les résultats des tris binaires ont été analysés par la méthode DISTATIS (Abdi et al. 2007). Des ellipses de confiance à 95% ont été calculées autour de chaque échantillon de façon à pouvoir déterminer si deux échantillons ont des positions significativement différentes sur la carte compromis.

Afin d'évaluer dans quelle mesure la catégorisation en deux groupes correspondait avec la catégorisation attendue, nous avons créé un score individuel de concordance. Ce score mesure l'homogénéité des groupes réalisés par les dégustateurs et varie de zéro (les groupes sont formés par 50% de vins de chaque catégorie) à six (les groupes ont 100% de vins de la même catégorie).

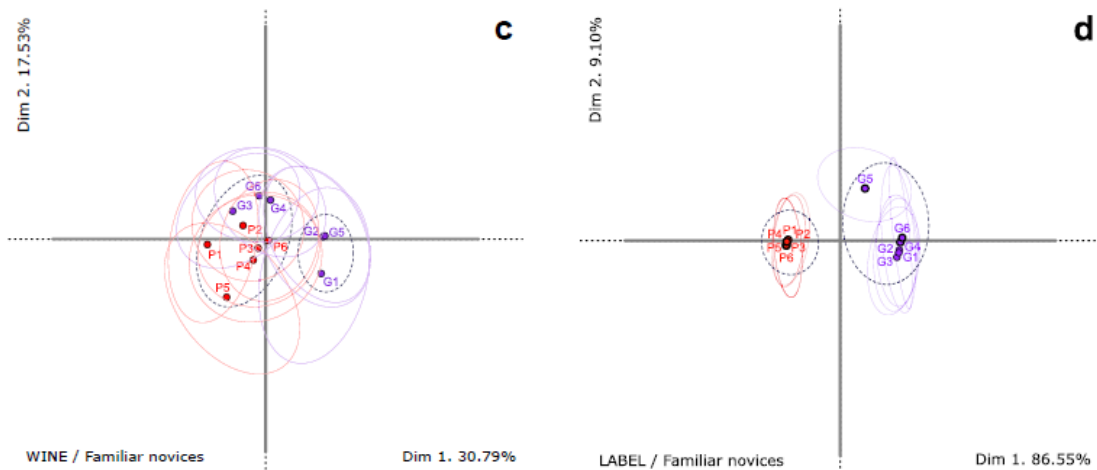
Ces scores ont été analysés par ANOVA à trois facteurs (niveau d'expertise, niveau de catégorisation et condition) et leurs interactions, suivi d'un test de comparaison de moyennes de Duncan pour les facteurs significatifs.

Les descriptions des groupes ont été traitées en fréquence de citation après lemmatisation. Les fréquences ont été analysées par Analyse Factorielle de Correspondances suivie d'une classification Ascendante Hiérarchique avec caractérisation de clusters. Les résultats de l'analyse DISTATIS de la tâche de tri ne seront présentés que pour le Set 1, afin d'éviter d'être redondant et d'avoir trop de figures. Les résultats du Set 1 sont tout à fait représentatifs de l'ensemble des sets. Les résultats pour le niveau de catégorisation cépage sont présentées dans les Figures 14, 15 et 16 pour experts, novices familiers et novices non familiers respectivement. Chaque figure compare les conditions perceptuelles (à gauche) et conceptuelles (à droite).

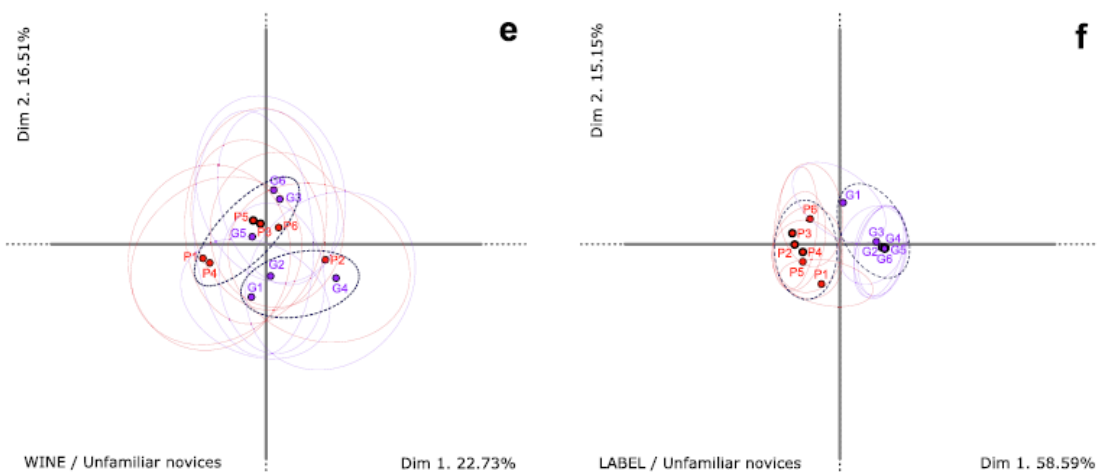


**Figure 14.** Résultat de la catégorisation par cépage des experts. Carte compromis DISTATIS avec des intervalles de confiance à 95 %. La ligne discontinue montre les clusters obtenus par CAH (a= condition perceptuelle, b= condition conceptuelle (Honoré-Chedozeau et al. 2020).

La Figure 14 montre clairement que la condition conceptuelle produit une bonne séparation des étiquettes en les deux catégories à priori et cela pour les trois niveaux d'expertise. Comme attendu, les ellipses de confiance des novices non familiers sont plus grandes et les deux clusters sont moins bien séparés. Cela est cohérent avec le pourcentage d'explication sur la première dimension, bien plus élevé pour les experts et novices familiers que pour les non familiers. Les cartes DISTATIS pour la condition perceptuelle montrent que les vins n'ont pas été très bien séparés en fonction de leur catégorie *a priori*. Cela se reflète sur la grande taille des ellipses de confiance et leur importante superposition ainsi que sur le faible pourcentage de variance expliquée des deux premières dimensions. Seulement les experts tendent à séparer les vins en fonction du cépage comme le montre la composition des clusters.

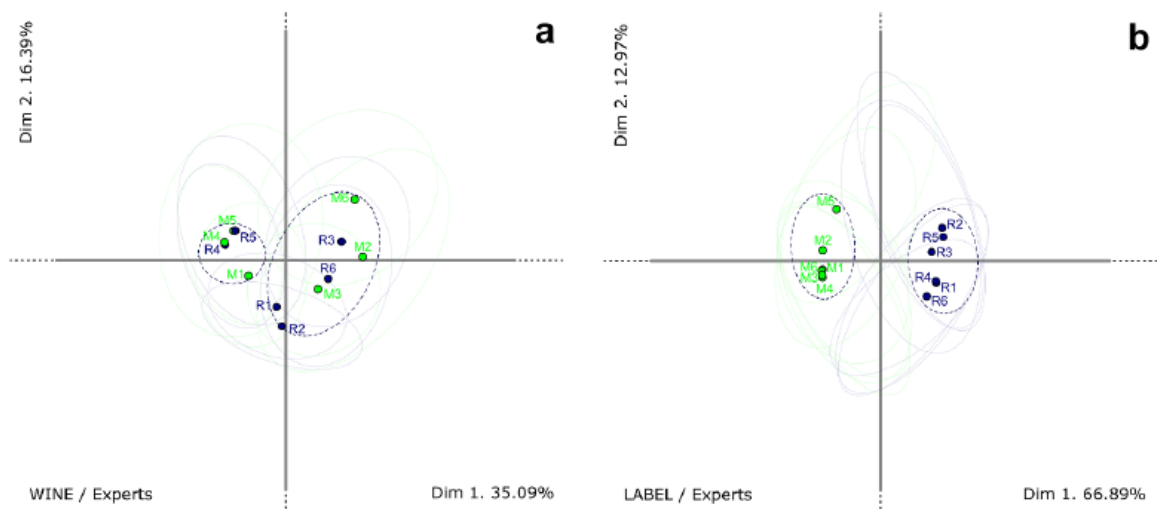


**Figure 15.** Résultat de la catégorisation par cépage des novices familiers. Carte compromis DISTATIS avec des intervalles de confiance à 95 %. La ligne discontinue montre les clusters obtenus par CAH (c= condition perceptuelle, d= condition conceptuelle (Honoré-Chedozeau et al. 2020).

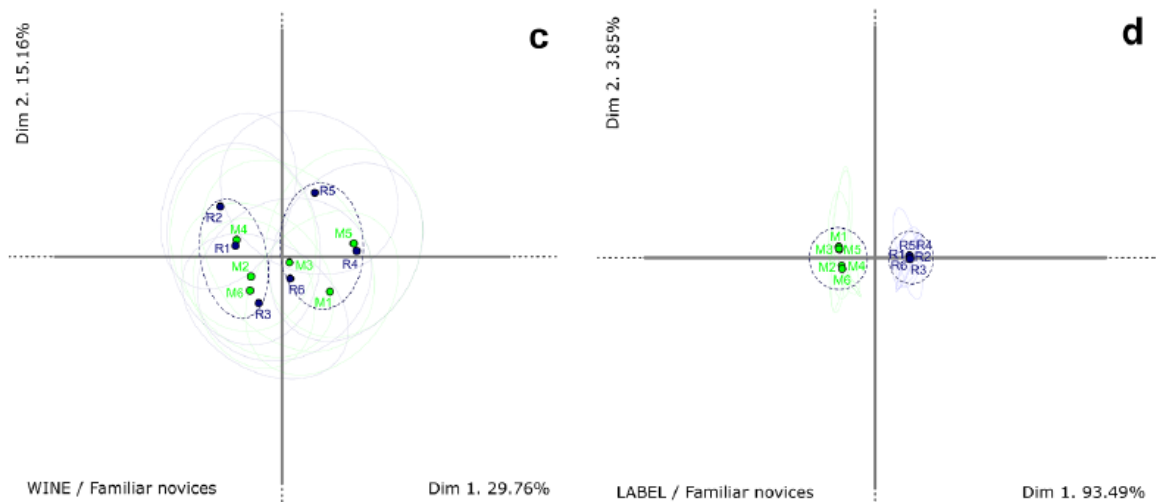


**Figure 16.** Résultat de la catégorisation par cépage des novices non familiers. Carte compromis DISTATIS avec des intervalles de confiance à 95 %. La ligne discontinue montre les clusters obtenus par CAH (e= condition perceptuelle, f= condition conceptuelle (Honoré-Chedozeau et al. 2020).

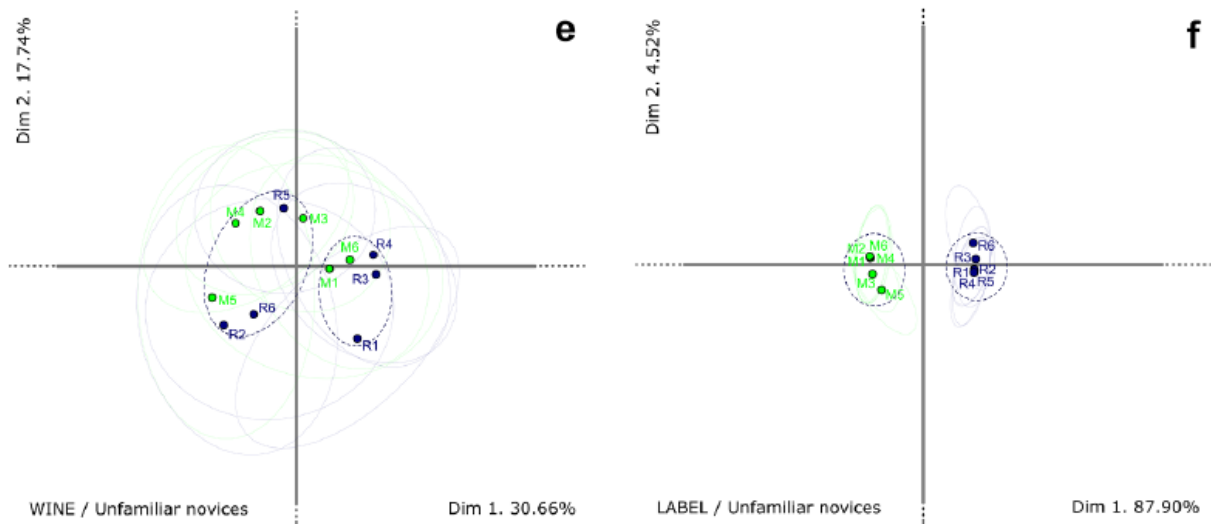
Concernant les résultats DISTATIS pour le niveau AOP (Figures 17,18 et 19 pour experts, novices familiers et novices non familiers respectivement), on retrouve les mêmes tendances globales. Il existe une bonne séparation entre les catégories *a priori* pour la condition conceptuelle et pas de correspondance avec les catégories *a priori* pour la condition perceptuelle. Il est intéressant de signaler que pour la condition conceptuelle les novices familiers et non familiers font une bien meilleure séparation par AOP que les experts. Ce résultat est pour l’instant assez difficile à expliquer, peut être que la description des groupes des uns et des autres nous donnera quelques éléments d’explication.



**Figure 17.** Résultat de la catégorisation par AOP des experts. Carte compromis DISTATIS avec des intervalles de confiance à 95 % pour le niveau de. La ligne discontinue montre les clusters obtenus par CAH (a= condition perceptuelle, b= condition conceptuelle (Honoré-Chedozeau et al. 2020).

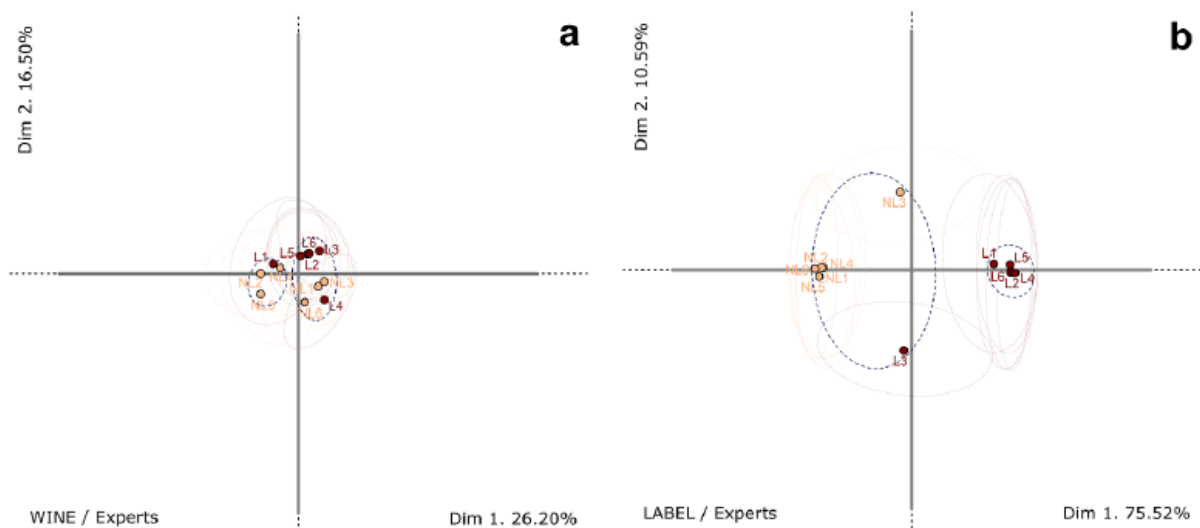


**Figure 18.** Résultat de la catégorisation par AOP des novices familiers. Carte compromis DISTATIS avec des intervalles de confiance à 95 %. La ligne discontinue montre les clusters obtenus par CAH (c= condition perceptuelle, d= condition conceptuelle (Honoré-Chedozeau et al. 2020).

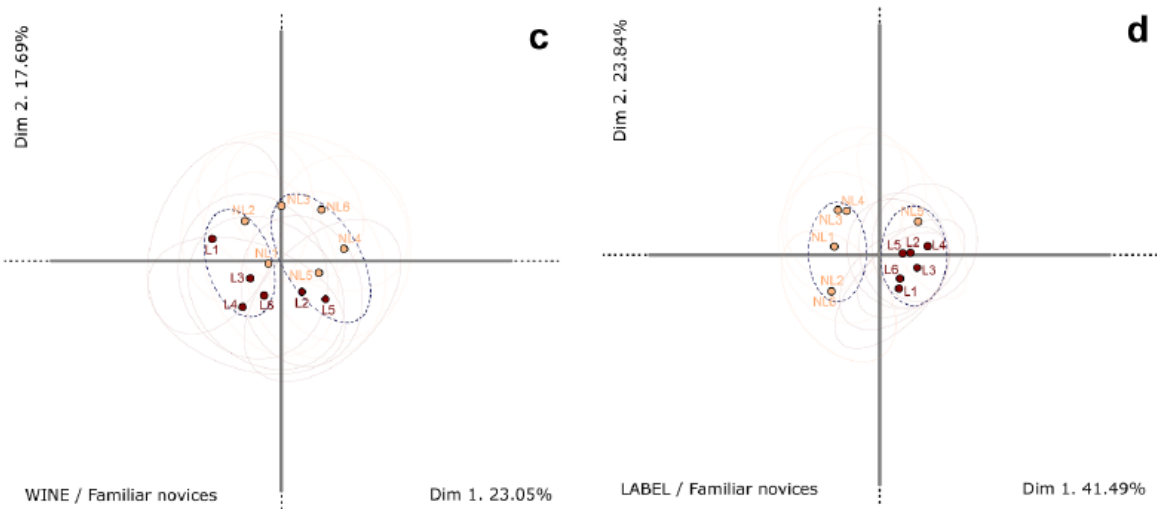


**Figure 19.** Résultat de la catégorisation par AOP des novices non familiers. Carte compromis DISTATIS avec des intervalles de confiance à 95 %. La ligne discontinue montre les clusters obtenus par CAH (e= condition perceptuelle, f= condition conceptuelle (Honoré-Chedozeau et al. 2020).

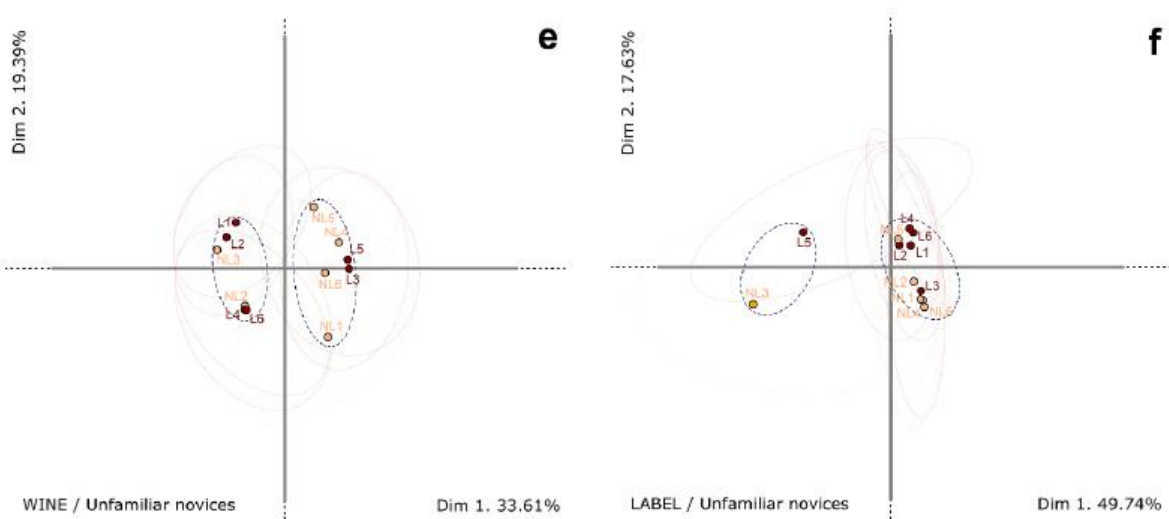
Des résultats similaires ont été trouvés pour le niveau de catégorisation lieu-dit (Figures 20, 21 et 22 pour experts, novices familiers et novices non familiers respectivement) mais cette fois ci c'est bien les experts sur la condition conceptuelle qui séparent le mieux les étiquettes dans leurs catégories *a priori*.



**Figure 20.** Résultat de la catégorisation par lieu-dit des experts. Carte compromis DISTATIS avec des intervalles de confiance à 95 %. La ligne discontinue montre les clusters obtenus par CAH (a= condition perceptuelle, b= condition conceptuelle (Honoré-Chedozeau et al. 2020).



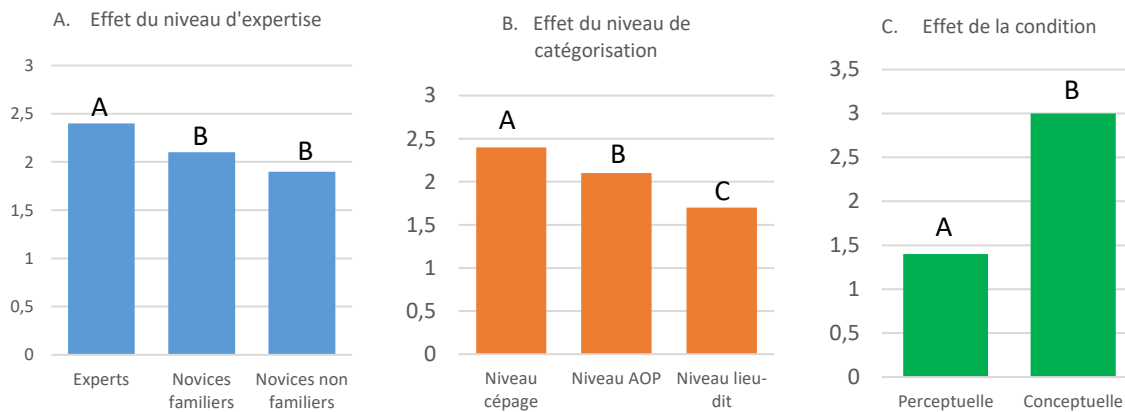
**Figure 21.** Résultat de la catégorisation par lieu-dit des novices familiers. Carte compromis DISTATIS avec des intervalles de confiance à 95 %. La ligne discontinue montre les clusters obtenus par CAH (c= condition perceptuelle, d= condition conceptuelle (Honoré-Chedozeau et al. 2020).



**Figure 22.** Résultat de la catégorisation par lieu-dit des novices non familiers. Carte compromis DISTATIS avec des intervalles de confiance à 95 %. La ligne discontinue montre les clusters obtenus par CAH (e= condition perceptuelle, f= condition conceptuelle (Honoré-Chedozeau et al. 2020).

Cela est logique car les experts ont plus de connaissances sur les lieux-dits de l'AOP Morgon que les novices non familiers. Les groupes des novices familiers sont proches de ceux des experts mais avec un chevauchement et niveau de désaccord bien supérieur. Il n'existe pas de correspondance avec les catégories *a priori* pour la condition perceptuelle sur le niveau lieu-dit.

Les observations faites à niveau panel sur les différentes cartes DISTATIS du Set 1 sont confirmées par les scores individuel de concordance. Les résultats de l'ANOVA à trois facteurs montrent des effets significatifs sur le niveau d'expertise, le niveau de catégorisation et la condition. Les comparaisons de moyennes (Duncan,  $\alpha=5\%$ ) sont présentées sur la Figure 23.



**Figure 23.** Moyennes des scores individuels de concordance et résultat des tests de Duncan ( $\alpha=5\%$ ) pour le facteur niveau d'expertise (a), niveau de catégorisation (b) et condition (c).

Les experts ont obtenu des scores significativement plus élevés que les deux groupes de novices (Figure 23a). Ce résultat ne confirme pas notre hypothèse selon laquelle les novices familiers devraient avoir des scores supérieurs aux novices non familiers. Concernant le niveau de classification nos résultats montrent des meilleurs scores pour le niveau cépage que pour le niveau AOP, qui à son tour a des meilleurs scores que le niveau lieu-dit. Ce résultat est en accord avec nos attentes car des études préalables ont montré qu'experts et parfois novices avaient des représentations mentales bien définies sur des catégories sensorielles très générales (comme la couleur) ce qui n'était le cas pour des catégories plus spécifiques (comme l'appellation). La Figure 23c montre que les score moyen pour la condition conceptuelle était significativement plus élevé que pour la condition perceptuelle.

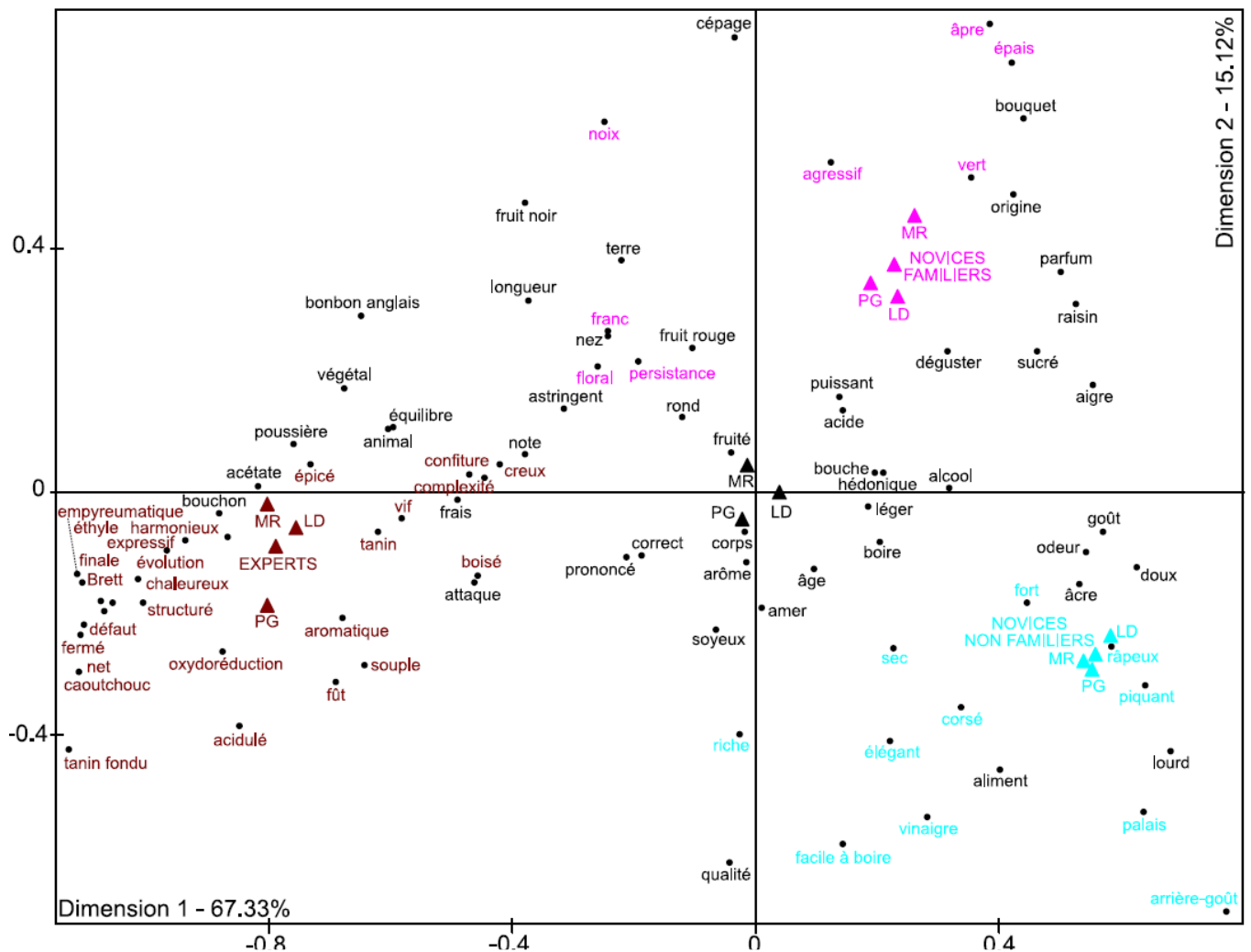
Néanmoins ces effets principaux doivent être interprétés avec prudence car les interactions sont également significatives. Par exemple, l'effet de l'expertise est plus fort pour la condition conceptuelle. Pour la condition perceptuelle la supériorité des experts se vérifie surtout pour le niveau cépage et dans une moindre mesure pour le niveau lieu-dit, mais pour le niveau AOP il n'y a pas d'effet de l'expertise. Nos résultats sont partiellement en accord avec les données de la littérature. En effet plusieurs études ont déjà montré que les experts étaient capables de catégoriser les vins par cépage contrairement aux novices (Solomon 1997 ; Ballester et al. 2008). D'autres études ont montré que les experts, sauf pour des rares exceptions (Leriche et al. 2021) n'avaient pas de représentations mentales perceptuelles partagées des catégories de vins basées sur des AOP (Perrin, 2008 ; Cadot et al. 2010 ; Ballester et Jacquet, 2014) ce qui est également en accord avec nos résultats. Ce qui était inattendu est l'effet, même faible, sur le niveau de catégorisation lieu-dit. Si l'on considère l'organisation taxonomique de Rosch, il serait logique de penser que si l'on ne fait pas la différence entre des catégories à un niveau

donné, on ne devrait pas non plus faire la différence entre catégories du niveau sous-ordonné. Par exemple, Jaffré (2009) a montré que les experts champenois n’avaient pas de représentation sensorielle partagée sur une catégorie de vins très restreinte à savoir les vins de base faits avec des raisins de la prestigieuse zone de Cramant. Si nos experts n’ont pas fait mieux que les novices pour séparer sensoriellement les vins de Reignier et les vins de Morgon, nous ne nous attendions pas à voir les experts faire mieux que les novices pour des catégories plus précises au sein de l’AOP Morgon, dont les différences devraient être, théoriquement, encore plus subtiles. Les moyennes des valeurs des scores pour chaque panel, chaque niveau et chaque condition montrent globalement que l’effet de l’expertise est plus fort pour le niveau de catégorisation le plus spécifique pour la condition conceptuelle (Tableau 5).

**Tableau 5.** Moyennes des scores de concordance par niveau de catégorisation, niveau d’expertise et condition, tous sets confondus.

Niveau	Type de panel	Condition Perceptuelle	Condition Conceptuelle
Cépage	Experts	2,05	3,97
	Novices familiers	1,55	4,03
	Novices non familiers	1,3	2,72
Appellation	Experts	1,47	3,13
	Novices familiers	1,15	3,73
	Novices non familiers	1,33	3,12
Lieu-dit	Experts	1,57	3,54
	Novices familiers	1,28	1,99
	Novices non familiers	1,33	1,59

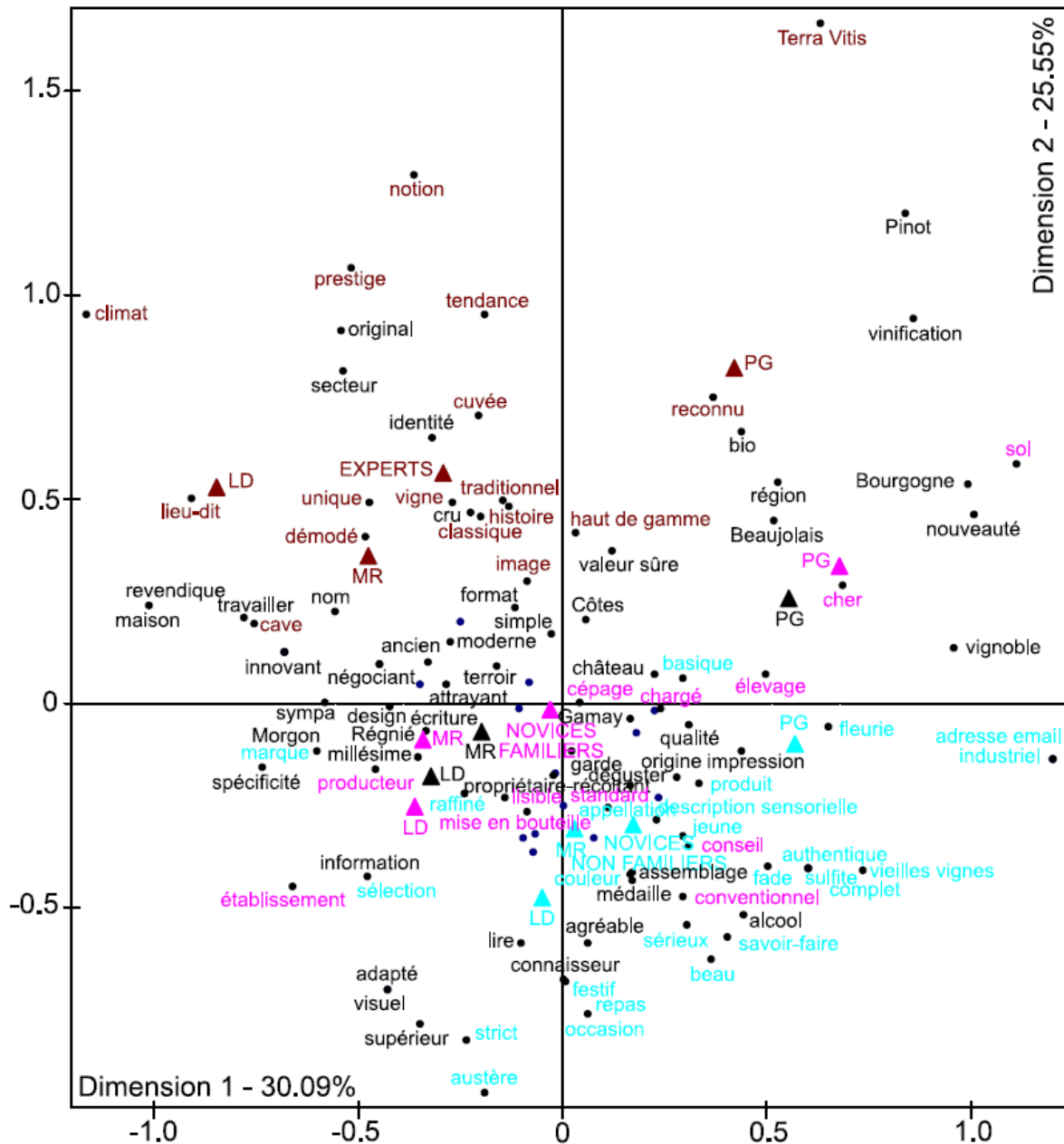
L’analyse du vocabulaire utilisé pour décrire les groupes peut nous renseigner sur les stratégies de catégorisation utilisées par les participants. Les figures 24 et 25 montrent les deux premières dimensions des AFC obtenues à partir des fréquences de citation des mots utilisés pour décrire les groupes du tri binaire par chaque niveau d’expertise, cumulées sur les niveaux de catégorisation et sur les trois sets de vins, pour la condition perceptuelle et la condition conceptuelle respectivement. Les barycentres de des niveaux de catégorisation sont projetés pour chaque niveau d’expertise et les mots significativement plus utilisés par une des niveaux d’expertise (basé sur les valeurs test) sont présentés avec des couleurs.



**Figure 24.** Plan 1-2 de l'AFC réalisée sur les termes utilisés par chaque type panel pour décrire les vins, tous niveaux de catégorisation et toutes sélections confondus. Les triangles représentent les barycentres à niveau du cépage (PG), de l'appellation (MR) et du Lieu-dit (LD); Les termes significativement plus utilisés par chaque type panel sont marron (experts), rose (novices familiers), bleu (novices non familiers).

L'AFC issue de la condition perceptuelle (Figure 24) montre une variance expliquée pour les deux premières dimensions de 82.45 %. F1 oppose les experts (du côté négatif de l'axe) aux deux groupes de novices qui, eux sont plutôt séparés par F2 qui a un faible pourcentage de variance expliquée. La grande majorité de termes utilisés fait référence à des caractéristiques sensorielles des échantillons. Les descripteurs ne varient pas en fonction du niveau de catégorisation et ils ne semblent pas être le fruit de traitements cognitifs complexes comme des inférences sur la catégorie d'appartenance des vins. Les données semblent le résultat d'une approche plutôt bottom-up des échantillons. Il y a en revanche des différences en fonction du niveau d'expertise des dégustateurs. Les experts utilisent un vocabulaire spécialisé (en marron sur la Figure 24) qui décrit de façon assez précise et assez technique des dimensions sensorielles du vin. Il est important de noter l'abondance de descripteurs et leur lien avec les défauts du vin comme *Brett*, *acétate*, *éthyle*, etc. Les novices familiers utilisent un vocabulaire (par

exemple *persistance, floral, noix*) beaucoup moins technique que les experts mais un peu plus précis que les novices non familiers qui eux ont utilisé des termes très généraux avec des allusions à l'intensité (*riche, fort*) ou à connotation hédonique (*facile à boire*). Ce résultat est en accord avec des études précédentes sur l'expertise en vin (Lawless, 1984 ; Gawel, 1991 ; Chollet et Valentin, 2000 ; Sauvageot *et al.* 2006 ; Valentin *et al.* 2003).



**Figure 25.** Plan 1-2 de l'AFC réalisée sur les termes utilisés par chaque type panel pour décrire les étiquettes de vins, tous niveaux de catégorisation et toutes sélections confondus. Les triangles représentent les barycentres à niveau du cépage (PG), de l'appellation (MR) et du Lieu-dit (LD); Les termes significativement plus utilisés par chaque type panel sont marron (experts), rose (novices familiers), bleu (novices non familiers).

Pour la condition conceptuelle, les deux premiers axes de l'AFC expliquent 55,64% de la variance (Figure 25). Les participants ont utilisé plus de termes en lien avec les catégories *a priori*. En effet, toutes les catégories *a priori* ont été mentionnées par au moins un type de panel le plus souvent deux ou les trois. Les participants se sont également attardés sur la description des caractéristiques visuelles et sur les informations mentionnées sur les étiquettes.

Les panels d'experts et novices familiers ont décrit les étiquettes de vins des niveaux AOP et lieu-dit de façon très similaire (car les barycentres MR et LD sont très proches) en décrivant le style graphique de l'étiquette (*démodé, classique, chargé, lisible*) et, plus pour les novices familiers, les informations y figurant (*producteur, cépage, mise en bouteille*). En revanche les experts ont été les seuls à mentionner lieu-dit et climat ce qui montre que leur niveau de connaissances du vignoble Beaujolais est bien supérieur. Les étiquettes du niveau cépage ont été décrites de façon un peu différente avec des mentions des deux cépages (*Pinot et Gamay*) ainsi que des deux régions (*Bourgogne et Beaujolais*) car dans notre étude cépage et région étaient des variables confondues. Ils ont utilisé des mots qui différencient les deux régions comme *vinification, sol* ou *cher*.

Quant aux panels de Novices non familiers, ils décrivent également le style graphique des étiquettes (*couleur, fade, strict, austère*) et font référence aux informations présentes sur la contre-étiquette (*descriptions sensorielle*), les mentions légales comme (*sulfite, appellation*) et des occasions de consommation (*festif, repas, occasion*).

Si on reprend nos hypothèses on peut voir que nos résultats ne nous permettent pas de toutes les valider. Notre première hypothèse était que les experts utiliseraient leurs connaissances sensorielles et conceptuelles en privilégiant des processus top-down lors des tâches de tri et que cela orienterait leur regroupement vers les catégories *a priori*. A l'opposé, les non-experts qui possèdent moins de connaissances devraient utiliser plus les informations provenant des échantillons dans un processus dominé par des mécanismes bottom-up. Cette hypothèse s'appliquait surtout à la condition perceptuelle car les données de la littérature avaient été obtenues par des tâches sensorielles de tri libre (Ballester et al. 2008) ou tri non dirigé en quatre groupes (Solomon, 1997) sans information sur les catégories étudiées. Nos résultats ne confirment pas cette hypothèse. Il est vrai qu'au niveau des cépages les experts tendent à séparer Gamay et Pinot noir (Figure 14a) mais cette catégorisation n'était pas systématique pour tous les experts et une grande variabilité inter sujet a été mise en évidence pour ce niveau de catégorisation. De plus, les scores moyens de concordance pour les sujets sont de 2,4 sur un maximum de 6 (concordance parfaite avec les catégories), ce qui est plutôt bas. A niveau des descripteurs il n'y a pas non plus d'indice d'une activation des représentations mentales liées au cépage car les mots utilisés par les experts sont soit des dimensions sensorielles basiques soit des descripteurs de défaut. L'ensemble de ces résultats suggère que, contrairement aux études précédentes, les experts n'ont pas activé leurs prototypes basés sur les cépages pour réaliser la tâche de tri. Il semblerait que dans le cas du Pinot noir et du Gamay, en absence d'information sur les catégories cibles, le cépage n'est pas le critère de catégorisation le plus saillant et que les experts ont donc adopté un autre critère de catégorisation. Cela est encore

plus vraisemblable pour les niveaux de catégorisation plus précis. Il est tout à fait possible que dans le cas d'un tri dirigé, c'est-à-dire où l'on nommerait les catégories attendues, les groupes obtenus correspondent davantage avec les catégories activées. Cette approche permettrait de vérifier si les experts activent en mémoire les propriétés sensorielles associées à chaque catégorie cible pour faire la tâche et, si ces propriétés sont retrouvées dans les vins.

En regardant de près les descriptions générées par les experts, on remarque que très souvent ils organisent leur commentaire en étapes bien ordonnées en évoquant d'abord les arômes et ensuite des perceptions en bouche sapides et trigéminales, pour finir avec un commentaire sur le final du vin. Cela peut ressembler à un script, c'est-à-dire une situation stéréotypée organisée en étapes avec une chronologie définie (Abelson, 1981, voir page 7). Il est possible que les experts, au lieu d'activer un prototype basé sur le cépage ou sur l'origine géographique, aient activé le script de dégustation qu'ils ont appris et qu'ils utilisent en permanence. Ce script est celui proposé par la plupart des manuels (par exemple Jackson, 2016 ou Peynaud et Blouin, 2013) et formations sur la dégustation (par exemple le WSET) et la séquence serait globalement comme suit :

- 1) Evaluation visuelle (qui ne s'applique pas à notre étude) : décrire la teinte l'intensité colorante, la limpidité, la brillance. Mentionner des problèmes éventuels (teintes oxydatives, troubles)
- 2) Evaluation au nez : décrire les arômes et leur intensité, évaluer la complexité. Mentionner des défauts olfactifs éventuels.
- 3) Evaluation en bouche : confirmer l'évaluation au nez par le rétro-olfaction. Evaluer les saveurs et sensations trigéminales.
- 4) Evaluation globale : évaluer l'équilibre et l'harmonie entre les différentes dimensions. Evaluer la persistance aromatique.

Comme on peut le voir, les différentes étapes incluent des jugements des dimensions de la qualité et par extension des défauts du vin et qui est devenu un automatisme dans le processus de dégustation.

La deuxième hypothèse était que le niveau d'expertise allait affecter considérablement la catégorisation des vins pour la condition perceptuelle et moins la condition conceptuelle. Cette hypothèse n'est pas non plus vérifiée, les résultats montrent que les écarts entre experts et novices sont plus importants pour la condition conceptuelle que pour la condition perceptuelle en particulier pour les niveaux cépage et surtout lieu-dit (Figures 14, 16 et Tableau 5). La troisième hypothèse, était que les différences entre experts et novices seraient plus importantes pour les niveaux de catégorisation le plus fins. Cela s'est vérifié seulement pour la condition conceptuelle.

En résumé, cette étude nous a permis d'aller plus loin dans la compréhension de l'effet de l'expertise en mettant en évidence le décalage entre les stratégies de catégorisation perceptuelle et conceptuelle. Un autre résultat marquant a été que, contrairement à ce qui a été

suggéré dans des études antérieures, l'activation des représentations sensorielles basées sur le cépage ou l'origine n'est pas automatique chez les experts. En fonction de l'information à disposition et les caractéristiques des échantillons, les experts peuvent adopter d'autres stratégies de catégorisation comme ici une possible activation d'un script « dégustation de vin », proposé dans la plupart de formations et manuels de dégustation, et dans lequel la détection de défauts est une étape importante.

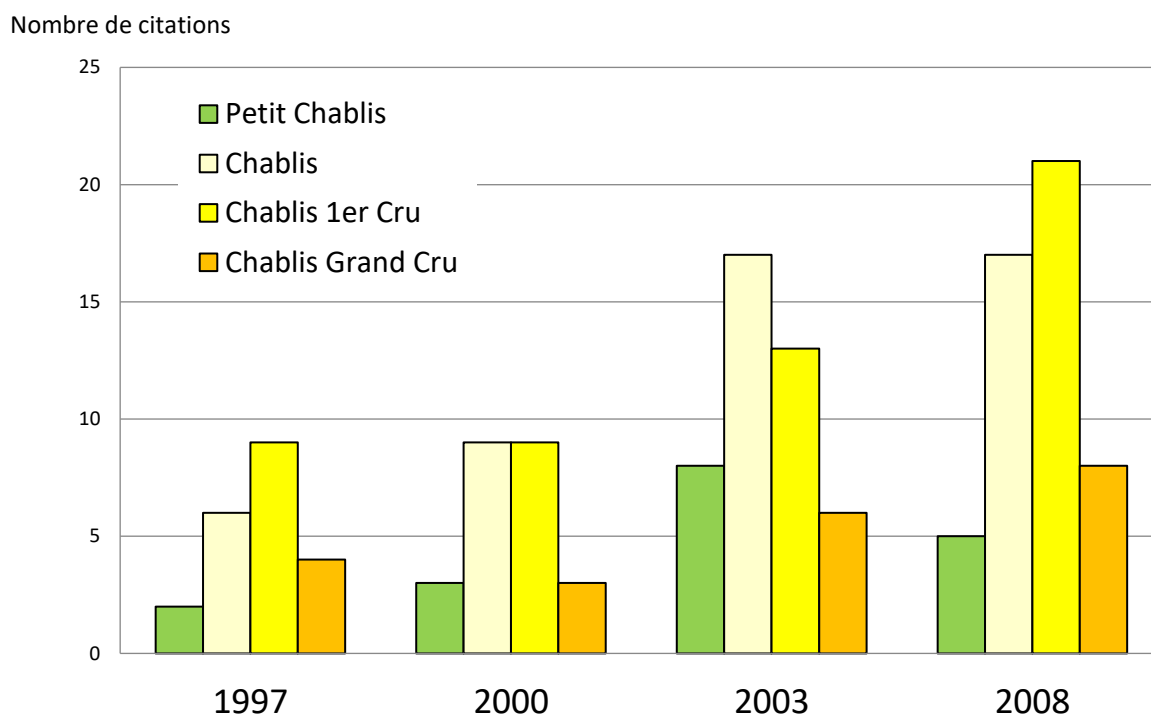
Et enfin, l'inclusion du groupe de novices familiers nous a permis de mettre en évidence l'importance de la familiarité et l'exposition dans l'acquisition de l'expertise comme le suggère la proximité des performances d'experts et novices familier dans certains tris conceptuels et dans le vocabulaire sensoriel plus précis que celui des novices non familiers.

## 4.2 Etude multidisciplinaire de concepts mal définis : Le cas de la minéralité.

Les recherches présentées dans le chapitre 1 portaient sur la catégorisation et sur les concepts associés à ces catégories. D'autres concepts comme « liberté », « basketball » ou « gourmand » sont bien des idées abstraites qui ne résultent pas de l'abstraction d'une catégorie. Il y a donc toutes sortes de concepts mais ceux qui vont nous intéresser dans cette partie ce sont les concepts qui véhiculent des propriétés sensorielles des aliments, en particulier des vins. Prenons par exemple le concept sensoriel « acidité » ; il est relativement facile à définir, plutôt monodimensionnel, il est également facile de l'exemplifier avec une référence physique et on connaît relativement bien les déterminants chimiques de l'acidité. En termes de représentation mentale, il n'y a pas d'étude spécifique sur le concept « acidité » mais on pourrait imaginer que cette représentation mentale dépend de la culture du dégustateur. On peut également imaginer que cette représentation est dynamique, c'est-à-dire qu'elle a évolué avec le temps, en particulier dans le monde du vin dans un contexte de changement climatique. L'acidité exemplifie ici un concept sensoriel relativement bien défini pour lequel on arrive bien à trouver des corrélats sensoriels et chimiques. D'autres concepts sensoriels sont plus complexes, moins bien définis, plus multidimensionnels, voir multimodaux, leurs corrélats sensoriels ne sont pas consensuels et les déterminants chimiques pas élucidés. De tels concepts sensoriels complexes ont été étudiés dans la littérature scientifique en combinant des approches conceptuelles (définitions), sensorielles et physicochimiques. Des exemples de concept sensoriel mal défini dans le domaine de la texture sont « croustillant » (Dacremont ; 1992 ; Dacremont, 1995 ; Roudaut *et al.* 2002) et « onctuosité » (Tournier *et al.* 2007 ; Antmann *et al.* 2011). Le domaine du vin est particulièrement enclin à l'utilisation de concepts sensoriels mal définis ; c'est le cas de la « complexité » (Medel *et al.* 2009 ; Meillon *et al.* 2010 ; Parr *et al.* 2011 ; Schlich *et al.* 2015), le bouquet de vieillissement des vins rouges de Bordeaux (Picard, 2015 ; Picard *et al.* 2015) ou le caractère « vert » des vins (Sáenz-Navajas *et al.* 2018 ; Sáenz-Navajas *et al.* 2021). Tout au long de ma carrière j'ai été impliqué dans des recherches sur des concepts sensoriels flous qui sont importants pour la filière comme le concept de « qualité » ou d' « oxydation ». Mais le concept sensoriel dont j'ai porté les recherches a été le concept de « minéralité ». Dans cette partie je développerai donc mes recherches sur la minéralité, afin d'illustrer les stratégies multidisciplinaires mises à l'œuvre pour mieux comprendre les concepts sensoriels mal définis.

La raison pour laquelle on s'est intéressé à la minéralité est l'importance grandissante que ce descripteur a acquise en deux décennies tandis que sa définition est loin d'être claire. En effet, l'utilisation du descripteur minéralité était embryonnaire dans les années 80 mais n'a cessé d'augmenter sur tous les supports de communication sur le vin dans les années 90, pour arriver à son paroxysme dans les années 2000. En effet, en 2012 le journaliste et éducateur du vin Cees van Casteren MW affirme avoir trouvé 27000 occurrences du terme « mineral » ou « minerality » dans les quelques 259 000 notes de dégustation répertoriées sur le site [www.winespectator.com](http://www.winespectator.com), ce qui dépassait la fréquence d'utilisation de descripteurs comme

fruité, boisé ou acide (van Casteren, 2012). Nous avons vérifié de notre côté sur le guide Hachette et nous avons constaté que pour la région de Chablis, dont les vins sont réputés pour leur caractère minéral, les citations de ce descripteur augmentent systématiquement entre 1997 et 2008 (Figure 26).



**Figure 26.** Citations des descripteurs « minéral » et « minéralité » dans quatre guides Hachette entre 1997 et 2008.

Le Fur et Gautier (2013) via une simple interrogation du web sur google.fr, à partir d'une recherche plein texte sur chaînes de caractères sans mots aléatoires intercalés, ont également montré une augmentation rien qu'entre 2011 et 2013 de plus de 50% d'occurrences sur les chaînes de caractères « vin minéral », « vin blanc minéral » et « minéralité du vin ».

Paradoxalement, cette ubiquité et cet intérêt grandissant au début des années 2000 était accompagné par un manque de définition claire et consensuelle. En bref, tout le monde se servait de ce mot, évocateur certes, mais personne ne savait clairement ce qu'il voulait dire. Les titres assez explicites des dizaines de blogs sur la minéralité mis en ligne dans les 10 dernières années montrent bien le manque de définition de la minéralité. Des exemples sont présentés sur le Tableau 6.

**Tableau 6. Quelques titres des blogs traitant sur la minéralité entre 2012 et 2020.**

Site internet	Titre du post	Année
www.wisp-campus.com	La minéralité dans le vin : croyances et explications	2020
www.daily.seventy.com	Understanding Perceived Minerality in Wine	2019
www.clubdgv.blogspot.com/	L'insaisissable minéralité dans le vin	2017
www.foodandwine.com	What does minerality mean when it comes to wine?	2018
www.winespectator.com	What is meant by the term "minerality" when it is used to describe a wine's flavor profile?	2016
www.vinepair.com	There are rocks Inside your wine. Here's how to understand minerality	2016
www.washingtonpost.com	What in Earth makes a wine taste minerally?	2015
www.jancisrobinson.com	Sniffing stones and other tasting notes	2015
www.thedrinksbusiness.com	New study strengthens case against soil-based minerality	2015
www.decanter.com	Minerality in wine: What does it mean to you?	2014
winederlusting.com	What is minerality in wine? A Quick Guide	2014
www.wsj.com	Minerality": drilling on wine's buzzword	2013
www.wineanorak.com	Minerality and terroir in wine	2012
www.enologyinternational.com	Minerality : rigorous or romantic ?	2012

A ma connaissance, Sally Easton MW dans son blog « Wine wisdom » a été la première à vraiment enquêter sur la signification de la minéralité. Déjà en 2010, voilà comment elle s'exprimait sur le sujet : « *I've been on a bit of 'what's all this about minerality ?' mission over the last year, trying to get to the truth of our limited knowledge on the subject* ».

Sally Easton a réalisé une série de blogs sur la minéralité entre 2009 et 2016, où elle interroge non seulement des vignerons illustres mais également des chercheurs reconnus comme Ulrich Fisher, Wendy Parr, Cornelis van Leewen, Alex Maltman ou Greg Jones. C'est à cause de Sally Easton et par l'intermédiaire de Wendy Parr qu'en 2010 j'ai commencé des recherches sur la minéralité.

Les objectifs de mes recherches sur la minéralité étaient les suivants :

- a) Caractériser la représentation mentale associée à la minéralité chez des dégustateurs avec différents types d'expérience et vérifier dans quelle mesure elle est consensuelle. Cet objectif sera abordé par une approche conceptuelle (sans dégustation) et par une approche sensorielle.
- b) Déterminer si la minéralité est un concept multimodal et dans l'affirmative évaluer l'importance de chaque modalité sensorielle.
- c) Mettre en évidence les sous dimensions sensorielles monodimensionnelles qui contribuent le plus à ce concept multidimensionnel.

- d) Mettre en évidence des corrélats chimiques afin d'expliquer la minéralité perçue par la composition chimique du vin et, par la même occasion, trouver des pistes sur son origine.

Ce chapitre sera divisé en 3 parties : la première présentera les approches conceptuelles, la deuxième les approches sensorielles et la troisième les approches physicochimiques.

#### 4.2.1 *Approches conceptuelles pour comprendre les représentations mentales sur la minéralité.*

Une approche très directe pour accéder aux représentations mentales est la tâche de définition. Dans notre première étude sur la minéralité des vins de Chardonnay de Bourgogne, nous avons utilisé cette tâche avec un panel de 34 experts. Nous leur avons demandé également comment ils évaluaient la minéralité (au nez, en bouche ou les deux). A cette dernière question, 63 % ont répondu « les deux », 20% seulement en bouche et 16% seulement au nez. Ce résultat donne déjà une première indication du caractère multimodal de ce concept sensoriel. Les fréquences de citation des termes et expressions générés dans les définitions sont présentées dans le Tableau 7.

**Tableau 7.** Fréquences de citation des termes et expressions obtenus lors de la tâche de définition, ordonnés du plus cité au moins cité. (Ballester et al. 2013)

Mot associé	Citations	Mot associé	Citations	Mot associé	Citations
pierre a fusil	9	fume	2	pas de sucrosité	1
acidité	8	marin	2	pas sulfité	1
fraicheur	7	miel	2	phosphore	1
lode	7	pierre chaude	2	profondeur	1
Salin	5	réduction	2	puissance	1
Silex	5	sécheresse	2	rectitude	1
moins de fruit	4	soufre	2	terroir	1
Pierre	4	texture	2	tranchant	1
tension	4	vivacité	2	optimum cépage	1
complexité	3	bouche peu expressive	1	optimum terroir	1
coquillage	3	dynamique	1	type de fruit	1
craie/calcaire	3	finesse aromatique	1	végétal	1
fait saliver	3	algues	1	viscosité	
maturité	3	anis	1	lourdeur	
pierre mouillée	3	aromes austères	1	longueur	
amertume	2	aromes froids	1	net	
fleur	2	austère	1		

Néanmoins, en accord avec Brochet et Dubourdieu (2001) quelques attributs abstraits et métaphoriques difficiles à interpréter sensoriellement ont également été générés, comme *profondeur*, *rectitude*. D'autres encore font référence à des associations cross-modales comme *arômes froids*, *tension ou tranchant*. Trois descripteurs font références à des éléments de viticulture (*optimum cépage*, *optimum terroir*) ou de vinification (pas sulfité). Un descripteur fait référence à un phénomène physiologique (*fait saliver*). Enfin, il y a une association à l'idée de *terroir*.

Par la suite, un regroupement des descripteurs en champs sémantiques a été réalisé. Cela a mis en évidence trois champs sémantiques importants :

- Pierre/silex : pierre à fusil, silex, pierre, craie/calcaire, pierre mouillée, pierre chaude (21% des citations).
- Acidité/fraîcheur : acidité, fraîcheur, tension, fait saliver, vivacité (17% des citations)
- Mer/coquillages : iode, salin, coquillage, marin, algues (15% des citations)

A ces trois thèmes on doit 53% des citations, ce qui laisse penser que la diversité thématique n'est pas si importante. Il est intéressant de remarquer qu'un groupe d'items fait référence à l'absence d'arôme (*moins de fruit*, *austère*) ce qui laisse penser que pour certains répondants, la minéralité pourrait se définir par l'absence de certaines caractéristiques.

Nos résultats ont été confirmés par une autre étude réalisée sur deux panels beaucoup plus conséquents (Le Fur et Gautier, 2013), un de consommateurs (n=1339) et un autre de professionnels (n=1411). Les Tableaux 7 et 8 montrent les résultats pour les consommateurs et les professionnels respectivement. Les dimensions que nous avons mises en évidence ; pierre/silex et acidité/fraîcheur et dans une moindre mesure mer/coquillages se retrouvent également dans leurs résultats. Il est intéressant de noter que la dimension mer/coquillages est absente des résultats des consommateurs. Les auteurs indiquent que le mot *terroir* a été très cité dans les deux groupes (plus de 600 fois dans chaque groupe) mais ce mot n'a été dans aucune des trois dimensions. Il est intéressant de souligner que relativement à la taille du panel, ce mot avait été très peu cité dans notre étude.

**Tableau 8.** Fréquences de citation pour chaque mot généré par les consommateurs, organisées en trois champs sémantiques (Le Fur et Gautier, 2013).

Champ sémantique géo-pédologique	Champ sémantique sensoriel	Champ sémantique illustratif
sol (566)	goût (1.066)	blanc (242)
pierre (452)	arôme (625)	sec (139)
terre (447)	bouche (338)	cépage (99)
caillou (189)	minéral (315)	type (83)
silex (151)	acidité/acide (221)	exemple (72)
roche (147)	fusil (pierre à) (160)	
eau (111)	fraîcheur/frais (159)	
calcaire (108)	sensation (149)	
terrain (80)	odeur (129)	
	saveur (121)	
	impression (109)	
	qualité (87)	

**Tableau 9.** Fréquences de citation pour chaque mot généré par les professionnels, organisés en trois champs sémantiques (Le Fur et Gautier, 2013).

Champ sémantique géo-pédologique	Champ sémantique sensoriel	Champ sémantique illustratif
silex (781)	fusil (pierre à) (1.027)	blanc (498)
sol (553)	fraîcheur/frais (767)	cépage (188)
pierre (525)	arôme (714)	sec (182)
caillou (294)	acidité/acide (668)	type (158)
craie (264)	bouche (622)	Chablis (136)
roche (251)	goût (451) gustatif (167)	
calcaire (225)	note (435)	
terre (154)	minéral (435)	
eau (105)	sensation (423)	
	salinité (382)	
	expression (303)	
	finesse (296)	
	aromatique (283)	
	odeur (275) olfactif (111)	
	tension (226)	
	caractère (198)	
	nez (192)	
	notion (187)	
	pureté (172)	
	vivacité (164)	
	complexité (161)	
	iodé (149)	
	équilibre (144)	
	impression (133)	
	longueur (120)	

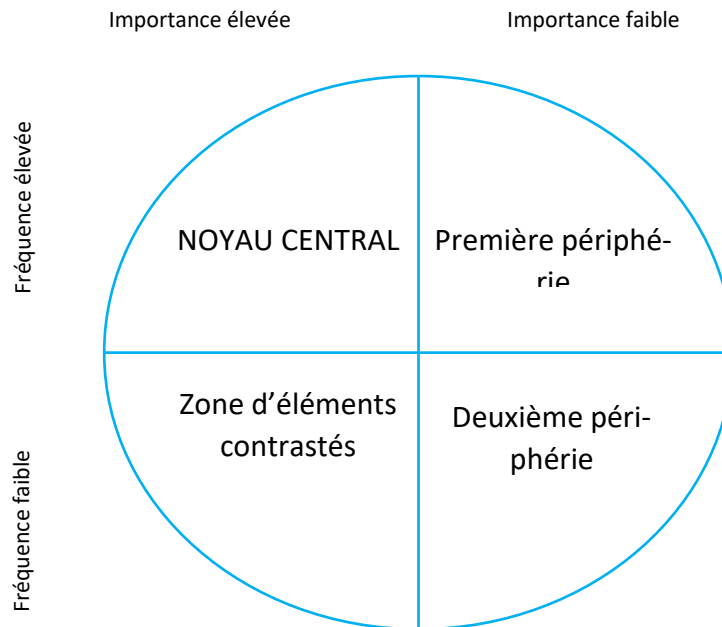
L'information qu'on obtient d'une tâche de définition nous permet d'accéder au contenu de la représentation mais pas à la structure de ce contenu. En plus, comme la tâche de définition n'avait pas de limite de temps, les sujets ont eu le temps de rationaliser leurs réponses qui ont perdu en spontanéité. Nous avons poursuivi nos recherches sur les représentations mentales de la minéralité dans le cadre de la thèse d'Heber Rodrigues, que j'ai codirigée avec Dominique Valentin. Notre approche conceptuelle était basée sur la théorie du noyau central (Abric, 1976), qui est généralement utilisée pour étudier les représentations sociales. D'après Jodelet (1989) une représentation sociale est « *une forme de connaissance, socialement élaborée et partagée, ayant une visée pratique et concourant à la construction d'une réalité commune à un ensemble social (p. 36)* ». Bien sûr on peut objecter que nos panels n'ont ni le statut de groupe social ni une taille suffisante pour être considérés « un ensemble social », néanmoins l'approche du noyau central semble une méthode intéressante pour explorer la structure des représentations d'un groupe de personnes. Nous allons comparer le contenu (information, opinions, attitudes, croyances) et la structure des représentations des experts et des novices bourguignons

La théorie du noyau central postule qu'une représentation sociale s'organise autour d'un noyau central, qui détermine la signification et l'organisation de la représentation. Ce noyau est consensuel et collectivement partagé et il se caractérise par une cohérence, une stabilité qui lui permet de résister aux changements. Autour de ce noyau central s'organisent une série d'éléments périphériques qui n'ont pas la même importance et qui expriment des aspects idiosyncratiques au sein du groupe interrogé. Nous avons utilisé une méthode directe verbale appelée évocation hiérarchisée (Abric et Verges, 1994) et en particulier l'approche prototypique (Vergés, 1992) modifiée par Abric (2003). Cette méthode comporte trois étapes :

- 1) Une tâche d'association libre de mots à partir de la question « *quand je dis le mot « minéralité », qu'est-ce que vous vient à l'esprit ?* ». Les participants pouvaient générer autant de mots qu'ils le souhaitaient.
- 2) Une notation de l'importance de chaque mot produit sur une échelle de 0 (pas important) à 10 (très important).
- 3) Une notation de la valence hédonique de chaque mot sur une échelle allant de -3 à +3.

Concernant l'analyse des données, les mots ont été d'abord lemmatisés et en suite regroupés par catégories (champs sémantiques) par trois expérimentateurs de façon indépendante. Le regroupement final en catégories a été arrêté par consensus entre les trois expérimentateurs. Pour chaque catégorie nous avons calculé sa fréquence et son importance moyenne. Afin de diviser les fréquences en deux niveaux (fortes et faibles) nous avons établi un point de coupe à l'endroit où l'écart entre deux fréquences contiguës était le plus fort. Concernant l'importance le point de coupe a été choisi par rapport à la moyenne des importances des catégories.

La structure de la représentation a donc quatre zones représentées schématiquement dans la Figure 27.



**Figure 27.** Représentation schématique des quatre zones de la représentation sociale obtenues par l'analyse prototypique (Abric, 2003).

La zone du noyau centrale est composée des catégories qui ont une forte fréquence et une forte importance. Elle inclut des éléments stables et partagés qui définissent l'information essentielle de la représentation.

La première périphérie est composée des catégories qui ont une forte fréquence et une faible importance. Cette zone inclut des éléments secondaires de la représentation. C'est en quelque sorte un complément du noyau central.

La zone d'éléments contrastés est composée des catégories qui ont une faible fréquence et une forte importance. Les éléments évoqués dans cette zone ne sont importants que pour des sous-groupes de participants et reflètent la variabilité de la représentation au sein du groupe de répondants. Les éléments de cette zone sont susceptibles de changer avec le temps et pourraient migrer à la première périphérie.

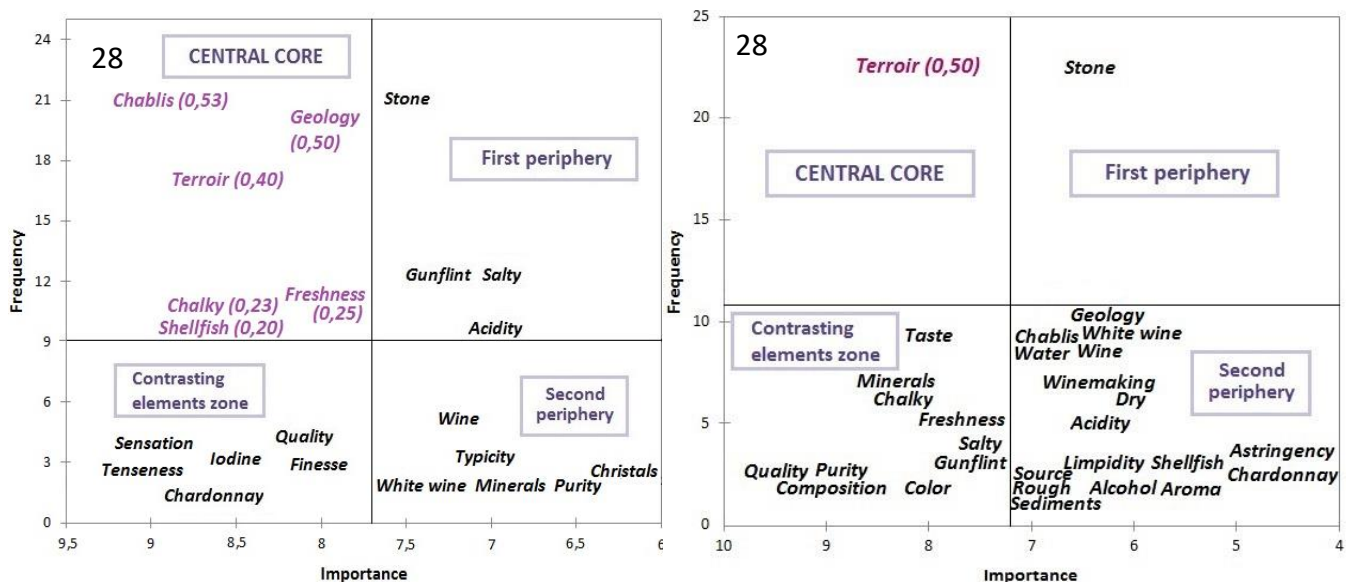
La deuxième périphérie est composée des catégories qui ont une faible fréquence et également une faible importance. Cette zone inclut des éléments plus idiosyncratiques.

En plus des 4 zones décrites une série d'indices ont été calculés :

- L'indice de diversité : représente la diversité du vocabulaire de chaque groupe avant lemmatisation.
- L'indice de rareté : représente la proportion de mots cités qu'une seule fois (hapax) pour chaque groupe.
- Indice de centralité : calculé pour chaque catégorie du noyau centrale en divisant la fréquence par le nombre de répondants. Plus il est proche de 1 plus l'élément est central.
- Indice de polarité : calculé pour chaque sujet indique la connotation hédonique globale de la représentation pour le sujet.

Les résultats obtenus ont montré que les consommateurs avaient un indice de diversité supérieur à celui des experts (0.51 et 0.37 respectivement) et également un indice de rareté légèrement supérieur (0.75 et 0.62 respectivement). Ces valeurs pas très élevées suggèrent que les deux groupes ont des représentations bien structurés. Néanmoins, la représentation des consommateurs semble moins structurée car les mots à la base étaient plus hétérogènes.

Les structures des représentations de la minéralité des experts et des consommateurs sont présentées sur les Figure 28 a et b respectivement.



**Figure 28.** Structures des représentations de la minéralité des experts (a) et des consommateurs (b). (Rodrigues et al. 2015).

Les points de coupe pour les fréquences étaient de 9 pour les experts et 11 pour les consommateurs. Concernant les intensités, les points de coupe étaient à 7.7 et 7.2 pour experts et consommateurs respectivement.

Le noyau central des experts est composé essentiellement de deux dimensions ; La première est liée au terroir par les catégories *Chablis*, *terroir* et *géologie*. La mention de *Chablis* pourrait être une particularité de nos experts (par rapport à d'autres experts en vin), car ils étaient tous des vignerons à Chablis. La deuxième dimension est composée de catégories sensorielles comme *crayeux*, *fraicheur* et *coquillages*. Les indices de centralité montrent que la dimension terroir est plus centrale que la dimension sensorielle. Le noyau central des consommateurs consiste juste en une seule catégorie : *terroir* avec un indice de centralité assez élevé. L'idée de terroir semble être le seul élément stable commun aux deux groupes. Ce lien entre minéralité et terroir a été déjà évoqué dans la littérature (Le Fur et Gautier, 2013). Deneulin et al. (2016) ont même suggéré que le terme minéralité pourrait être en train de remplacer le terme terroir, au moins dans la sphère francophone. Compte tenu de la définition assez large du concept de terroir, il est tout à fait plausible que le lien existe. Néanmoins concernant la composante pédologique du terroir, très souvent citée avec les mots sol, roche, pierre ou calcaire (Le Fur et Gautier, 2013, Ballester et al. 2013) le lien avec la minéralité est très controversé. D'un côté, un grand nombre de professionnels du vin défendent le lien de causalité entre les minéraux du sol et la minéralité perçue, de l'autre le monde académique reste assez sceptique quant à ce lien, compte tenu de la faible concentration de minéraux provenant du sol dans les vins et de leur faible activité sensorielle (Maltman, 2013). La relation de la minéralité avec la fraicheur, la craie et les coquillages confirme nos résultats précédents (Ballester et al. 2013) et ceux de Le Fur et Gautier (2013) et Deneulin et al. (2016).

La deuxième périphérie est composée chez les experts des mêmes deux dimensions que le noyau central : pierre pour la dimension terroir et *pierre à fusil*, *salé* et *acidité* pour la dimension sensorielle. La deuxième périphérie des consommateurs est composée à nouveau d'une seule catégorie dans la dimension terroir : *pierre*. Le contenu de cette zone complète celui du noyau central.

La zone d'éléments contrastés comporte pour les experts des éléments sensoriels comme *iodé*, *tension* ou *sensation* et des éléments qui décrivent globalement la qualité du vin comme *qualité* et  *finesse*. Cette notion de qualité est importante pour une partie des experts et est en accord avec les conclusions des nombreux entretiens que Sally Easton avait réalisé auprès de vignerons de différents pays pour qui la minéralité sous-entendait qualité. Pour les consommateurs, la dimension sensorielle est représentée avec les catégories *goût*, *crayeux*, *fraicheur*, *pierre à fusil*, et *couleur*, la dimension qualité avec les catégories *qualité* et *pureté*, et deux éléments généraux : *minéraux* et *composition*.

La deuxième périphérie contient chez les experts des éléments généraux comme *vin*, *vin blanc*, *minéraux* et *typicité* et des éléments évoquant l'idée de pureté (*pureté* et *cristaux*). Chez les

consommateurs la deuxième périphérie est composée de nombreux éléments que l'on peut regrouper en une première dimension sensorielle (*coquillage, astringence, sec, acidité, arôme, rough, limpidité et alcool*). La deuxième dimension relève du terroir (*Chablis et sédiments*) et une troisième dimension regrouperait des idées générales comme *vin, vin blanc, eau, vinification, Chardonnay et source*.

Pour résumer, la comparaison des représentations d'experts et novices montre que si les deux groupes ont beaucoup d'éléments communs, ces éléments sont organisés de façon très différente. Les experts ont construit leur représentation en fonction de leur expérience quotidienne et leur connaissance du milieu duquel ils font partie. Le lien entre minéralité et terroir évoqué par les experts est plus étoffé et réfléchi car il est complété par d'autres éléments importants de la représentation. Pour les consommateurs, ce lien n'est étoffé que dans la zone d'éléments contrastés et la deuxième périphérie. Cela suggère que le lien avec le terroir provient des experts et cette idée a été transférée aux consommateurs par la suite par différents canaux (presse, guides, marketing, visites, etc.).

Les dimensions sensorielles appartiennent chez les experts dans le noyau central et la première périphérie tandis que pour les consommateurs elles sont reléguées à la zone d'éléments contrastés et même la deuxième périphérie. Il est possible que les consommateurs n'aient pas une idée très claire de la signification de certains descripteurs sensoriels comme pierre à fusil ou crayeux ce qui se rajoute à la confusion associée avec ce concept.

Un dernier élément apporté par l'analyse des indices de polarité indique que la minéralité a pour les experts une connotation systématiquement positive (ils sont tous entre +0,4 et +1). Pour les consommateurs c'est plus mitigé, plusieurs sujets notent au moins un descripteur de façon neutre et trois notent des termes de façon négative. Les principaux descripteurs responsables de la connotation négative sont *alcool* et *âtre*.

L'étude de la représentation de la minéralité par la méthode de l'évocation hiérarchisée dans le cadre de la théorie du noyau central a permis une exploration bien plus profonde du concept que les simples tâches de définition utilisées préalablement.

Une troisième approche pour accéder aux représentations mentales que les experts ont de la minéralité est à travers du lien avec les pratiques viticoles et œnologiques. Toujours dans le cadre de la thèse d'Heber Rodrigues, nous avons réalisé une typologie des pratiques de production de la vigne à la bouteille dans le Chablisien. Ensuite, nous avons interrogé les vignerons à l'aide de trois questions :

1. *Dans le Chablisien, quel sont les climats qui possèdent les vins plus minéraux ?*
2. *Pensez-vous que la minéralité peut être modulée dans les vins par les pratiques œnologiques ?*

3. *Si vous deviez élaborer un vin très minéral et que vous aviez le choix de la matière première et de l'itinéraire d'élaboration, comment feriez-vous ?*

La combinaison de ces trois questions visait à accéder aux représentations de la minéralité chez les producteurs, via leurs choix et opinions sur les matières premières et les itinéraires de production qui impactent ou maximisent le caractère minéral dans les vins. En plus d'apporter des réponses directes à ces trois questions, les participants ont souvent apporté des considérations d'ordre général sur le concept de minéralité et son importance.

Une analyse thématique a été réalisée sur les réponses des participants. Nous avons organisé les idées en cinq grands thèmes : idées générales, origine des raisins, sol, viticulture et vinification.

*Idées générales.* La plupart des répondants affirme que la minéralité est une caractéristique emblématique des vins de Chablis et qu'elle a un lien fort avec le terroir. Deux des répondants utilisent ces termes de façon interchangeable, comme le sujet 19, qui en réponse à la troisième question affirmait « *(je ferais) une fermentation alcoolique plus chaude, autour de 23-25 °C pour faire des vins qui expriment le terroir plutôt que le fruit* ». Ces idées sont en accord avec Rodrigues et al. (2015) et avec Deneulin et al. (2016).

*Origine des raisins.* Les participants étaient assez d'accord pour dire que les Grands crus donnaient des vins minéraux, en particulier Les Clos et Blanchots. Les premiers crus les plus cités pour leur aptitude à donner des vins minéraux sont la Montée de Tonnerre et le Côté de Léchet. Les participants n'étaient pas d'accord concernant Fourchaume : si certains lui accordaient une bonne minéralité, d'autres affirmaient qu'il est parmi les moins minéraux en raison de sa bonne exposition au soleil et la proportion importante d'argile dans ses sols. Certains répondants affirment qu'il y a une différence quantitative de minéralité entre les zones situées à droite et à gauche de la rivière qui traverse Chablis. En effet, la zone de Chablis est divisée par la rivière Serein qui sert souvent de repère aux vignerons de la zone pour situer les différentes zones de production. On parle alors de la rive droite et la rive gauche du Serein. En revanche il n'y a pas de consensus sur quelle est la rive qui donne les vins les plus minéraux. Ceux qui pensent que c'est la rive gauche l'expliquent en termes d'une plus faible exposition au soleil ce qui limite la surmaturité et maintien des bons niveaux d'acidité, considérée comme une dimension essentielle de la minéralité. Ceux qui pensent que les parcelles de la rive droite produisent des vins plus minéraux l'attribuent à la présence de cailloux et de calcaire.

*Sol.* De façon surprenante il n'y a pas eu pléthore de commentaires sur les caractéristiques du sol. Un des facteurs mentionnés par les répondants comme favorisant les vins minéraux

est avoir une proportion importante de calcaire. A l'inverse, une proportion importante d'argile est considérée comme un facteur négatif pour produire des vins minéraux, comme l'affirme le répondant 24 « ... et je pense que le sol Kimméridgien amplifie la minéralité. Tandis qu'avec des sol plus profonds et moins pentus et riches en argile on obtient des vins riches et puissants avec moins de minéralité ».

*Viticulture.* Une idée forte qui émerge des entretiens est que la date de vendange et la maturité du raisin ont un fort impact sur la minéralité du vin final. D'après les répondants la vendange ne doit pas être trop tôt pour éviter des notes herbacées, mais pas trop tard non plus pour éviter la surmaturité, qui aurait un effet négatif sur la minéralité. Cela est exprimé par la réponse du sujet 9 à la question 3 « (j'utiliserais) des raisins provenant des collines les plus fraîches (...) avec une maturation lente, si possible pas de raisins trop exposés au soleil, qui donneraient beaucoup d'arômes fruités (...) surtout jamais de surmaturité ». Ce résultat est en accord avec la littérature, qui a montré l'impact positif de l'acidité et l'impact négatif d'un excès de notes fruités (Ballester et al. 2013 ; Heymann et al. 2014).

Les rendements modérés sont également mis en avant par une partie des répondants afin d'avoir des vins avec un minimum de concentration qui serait bénéfique pour la minéralité.

Le dernier aspect mentionné par une partie des répondants est l'effet positif d'un désherbage avec du labour et pas avec des herbicides. Le sujet 13 l'exprime ainsi « J'ai l'impression que les vignes labourées, où pas d'herbicides chimiques ont été utilisés, tendent à donner des vins avec, justement cette expression de minéralité, que des vignes dans des sols désherbés et peut être trop compactés ... alors les racines sont moins susceptibles d'absorber du terroir ».

*Vinification.* Un grand nombre de répondants pense qu'il est très difficile d'augmenter la minéralité par les itinéraires de vinification. Le but serait plutôt de préserver la minéralité pré-existante. Par conséquent, ils recommandent des itinéraires de vinification les plus neutres possibles. Concernant la fermentation alcoolique, beaucoup s'accordent sur l'utilisation de levures indigènes ou, à défaut, de levures commerciales neutres comme l'exprime le sujet 4 « je favoriserais les levures indigènes, précisément peut-être pour maximiser le côté, l'effet terroir, l'effet minéralité... ». Plusieurs répondants proposent de ne pas fermenter à basse température, pour éviter des arômes trop fruités. Trois aspects de l'élevage ont été mentionnés comme très importants pour le caractère minéral des vins. Le premier est le type de contenant. Il y a un fort consensus sur le fait que les notes boisées masquent la minéralité, et les professionnels interrogés recommandent l'utilisation de contenants neutres comme les cuves inox. Ceux qui utilisent des fûts habituellement conseillent d'éviter le fût neuf. Ce résultat est intéressant car il était absent des études conceptuelles précédentes (Ballester et al. 2013 ; Le Fur et Gautier 2013) mais est en accord avec les résultats sensoriels des deux panels de l'étude de Heymann et al. (2014). Concernant la durée d'élevage, certains répondants pensent que des élevages longs ont un effet positif sur la minéralité. Un point de débat est l'élevage sur lies, qui est une pratique courante dans le Chablisien. D'un côté, les lies maintiennent le vin dans un état de réduction modérée qui protège contre l'oxydation et favorise, d'après certains

répondants, l'apparition d'arômes qui rappellent la coquille d'huitre fraîche. Ceci est exprimé ainsi par le sujet 19 : « *Les vins de Chablis sont caractéristiques de la minéralité quand ils sont dans un léger état de réduction et non pas en oxydation. Par réduction je ne veux pas dire le type H<sub>2</sub>S. Je veux dire une petite réduction, pas gênante, mais qui renforce le goût de terroir* ». L'importance de la réduction dans la minéralité a déjà été mentionnée dans la littérature sur des approches sensorielles (Ballester et al. 2013 ; Heymann et al. 2014). L'autre effet des lies est sur la texture en bouche, en particulier sur le gras et le corps (Laguna et al. 2019). Selon plusieurs répondants, cette sensation de gras serait négativement corrélée avec la minéralité.

Nous avons utilisé trois approches conceptuelles pour explorer la représentation de la minéralité qu'ont les différents groupes étudiés. La tâche de définition s'est avérée une bonne entrée en matière mais le résultat a été un peu superficiel. L'approche basée sur les représentations sociales nous a permis d'accéder à la structure de la représentation et de voir le décalage entre experts et novices. L'étude de la représentation par les pratiques nous a permis d'extraire plus de dimensions sensorielles impliquées, d'accéder à des croyances et d'aller plus loin dans les explications sur l'origine de la minéralité. Bien entendu, cette dernière approche ne peut pas s'appliquer aux novices.

Certains experts ont essayé d'expliquer les mécanismes d'apparition de la minéralité, avec plus ou moins de conviction, parfois en contradiction avec les connaissances scientifiques actuelles, avec des argumentaires qui pourraient se rapprocher de la théorie naïve (Gelman et Legare, 2011). Le but ici n'était pas de juger s'ils disent juste ou s'ils ont tort, mais d'explorer leurs représentations mentales sans *a priori*.

#### 4.2.2 *Approche sensorielle de la minéralité : sous-dimensions et modalités sensorielles.*

Les approches conceptuelles nous ont permis d'accéder à l'idée que les dégustateurs se font de la minéralité en accédant au concept par la pensée. Il semble que les experts sont d'accord sur un certain nombre d'idées :

- La minéralité est liée au terroir
- La minéralité est un caractère positif
- Les dimensions sensorielles principales sont pierre/silex, acidité fraîcheur, et notes marines/coquillage.
- Les dimensions anti corrélées à la minéralité sont le boisé, l'excès de fruit et l'excès de gras
- La minéralité est multimodale car elle implique des arômes, des saveurs et des textures en bouche.

Comme on a pu le voir dans le chapitre 1, il existe parfois un décalage entre la représentation mentale et la réalité sensorielle perçue quand on déguste des vins à l'aveugle. C'était le cas, par exemple, des vins de Gevrey-Chambertin et de Chambolle-Musigny. De ce fait, il semblait intéressant de mener de front des approches conceptuelles et des approches sensorielles pour avoir une vision complète du concept.

La première chose que nous avons voulu vérifier est s'il existe un concept sensoriel de « minéralité » partagé par les dégustateurs experts lors qu'ils sont en situation de dégustation. Ensuite, nous voulions mettre en évidence des sous-dimensions sensorielles qui permettent de clarifier le concept. Notre hypothèse étant que la définition de la minéralité pouvait dépendre du cépage considéré, nous avons étudié la minéralité sur un cépage neutre - le Chardonnay - et sur un cépage aromatique - le Sauvignon blanc.

#### 4.2.2.1 Etudes sur Chardonnay de Bourgogne.

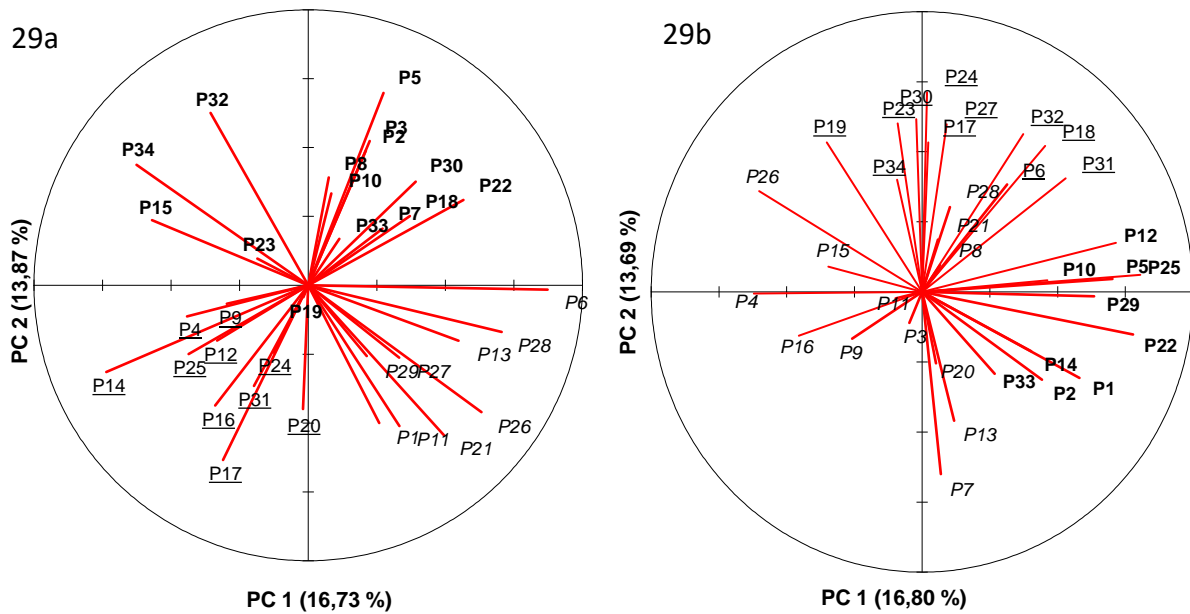
La première étude que nous avons réalisée, pendant le séjour doctoral de Mihaela Mihnea, concernait 16 vins de Chardonnay de Bourgogne. Il y avait 3 vins de la côte Chalonnaise (CC), 8 vins de Chablis (CH) et 5 vins de Mâcon (MA). Ces vins avaient des niveaux de minéralité *a priori* différents, d'après les guides de vin consultés. Nous avons proposé à un panel de 34 experts producteurs, œnologues et personnel de laboratoire œnologique une tâche de notation sur échelle de la minéralité selon deux modalités : orthonasale et en bouche avec pince-nez. Le pince-nez empêche la perception des arômes par rétro-olfaction, et limite la perception en bouche aux saveurs et sensations trigéminales comme la chaleur due à l'alcool.

Nos hypothèses étaient :

- Si les dégustateurs partagent un concept sensoriel commun sur la minéralité leurs notations devraient être corrélées.
- Si la minéralité est une caractéristique uniquement aromatique, on devrait observer un effet significatif dans la condition orthonasale et pas d'effet en bouche avec pince-nez. Le résultat inverse est attendu si la minéralité est uniquement une caractéristique gustative ou trigéminale.

En parallèle du travail avec le panel expert, nous avons fait décrire les vins sélectionnés par un panel entraîné de 33 panelistes. La période d'entraînement a duré 4 mois à raison d'1h par semaine. La description des arômes a été réalisée selon la méthode des fréquences de citation (Campo et al. 2010), mais sans limite du nombre de descripteurs. L'évaluation des saveurs et sensations trigéminales a été réalisée par le biais d'échelles de notation d'intensité à six points. Toutes les évaluations ont été réalisées en verre noir pour éviter une possible influence de la couleur.

Afin de visualiser le niveau d'accord entre les experts nous avons réalisé une ACP sur la matrice vins x sujets pour chaque condition. Les cercles de corrélation sont montrés dans la figure 29.



**Figure 29.** Cercles de corrélation des ACP réalisées sur la matrice vins x sujets de la condition orthonasale (a) et sur la condition pince-nez (b).

La Figure 29 montre un désaccord important entre experts, que ce soit pour la condition orthonasale ou pour la condition pince-nez. Nous avons voulu vérifier si à l'intérieur du panel, des groupes avec un comportement homogène existaient malgré tout. Pour cela une CAH avec troncature automatique sur les coordonnées des vins sur PC1 et PC2 à été réalisée pour chaque condition. Trois clusters émergent par condition (indiqués par des formats de police différents sur la Figure 29). On aurait pu espérer une correspondance dans la composition des clusters entre les deux conditions afin de pouvoir aboutir à trois comportements différents vis-à-vis de la minéralité. La Figure 29 montre que ce n'est malheureusement pas le cas et que les résultats sont plus complexes. Nous allons garder nos six clusters séparés pour la suite de l'étude.

Les coefficients de corrélation individuels entre la note en évaluation orthonasale et celle en évaluation avec pince-nez variaient entre -0.55 et 0.67 avec une moyenne de 0.034. Dans la plupart des cas, ces coefficients n'étaient pas significatifs, ce qui montre que les deux évaluations sont indépendantes.

Afin de caractériser le comportement de chaque cluster, nous avons réalisé une ANOVA par cluster suivie d'une comparaison de moyennes (Newman-Keuls,  $\alpha = 0.05$ ). Cela nous a permis de voir tout d'abord si les membres de chaque cluster discriminaient les vins sur leur minéralité, et dans l'affirmative, quels vins trouvaient-ils les plus et les moins minéraux. Les résultats sont présentés sur les tableaux 10 et 11 pour la condition orthonasale et pince-nez respectivement.

**Tableau 10.** Résultats des ANOVA et du test de Newman-Keuls ( $\alpha=5\%$ ) par cluster pour la condition orthonasale. OR=orthonasale.

OR 1 (n=9)				OR 2 (n=15)				OR 3 (n=10)			
Facteur	ddl	F	P	Facteur	ddl	F	P	Facteur	ddl	F	P
Vin	15	4.5	< 0.05	Vin	15	2.8	< 0.05	Vin	15	3,4	< 0.05
Expert	8	10.5	< 0.05	Expert	14	11.4	< 0.05	Expert	9	11,2	< 0.05
Echantillon	Note moyenne			Echantillon	Note moyenne			Echantillon	Note moyenne		
MA2	6.8a			CH1	4.9a			CH3	7a		
MA3	5.6ab			CH7	4.8a			CH2	5b		
CC2	4.6bc			CH2	4.4ab			MA1	4.6b		
CH1	3.9bc			CH8	4.4ab			CH5	4.4b		
MA1	3.8bc			CC2	4.3ab			CC3	4.3b		
CC3	3.8bc			CC1	3.9ab			MA3	3.7b		
MA4	3.8bc			MA4	3.8ab			CH8	3.7b		
CH6	3.6bc			MA5	3.8ab			MA4	3.7b		
CH8	3.6bc			CH6	3.7ab			MA2	3.2b		
CH7	3.4bc			CH5	3.3ab			CH4	3.1b		
CH5	3.2bc			MA1	3.3ab			CH6	3.1b		
CH3	2.7c			CC3	3.1ab			CC1	2.8b		
MA5	2.7c			CH4	2.9ab			CC2	2.7b		
CC1	2.4c			MA3	2.9ab			CH7	2.7b		
CH2	2.1c			CH3	2.7ab			MA5	2.5b		
CH4	2.1c			MA2	2.1b			CH1	2.3b		

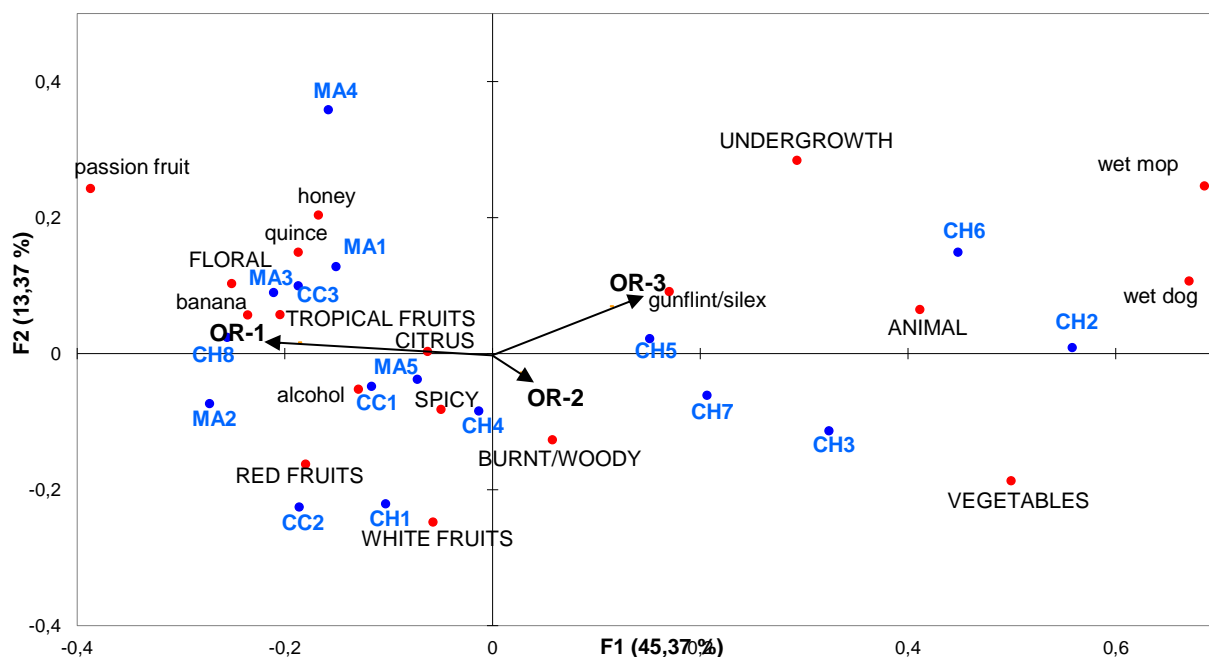
Pour la condition orthonasale, chaque cluster a réussi à discriminer les vins sur leur dimension minérale, ce qui implique un minimum de consensus intra-groupe. En revanche, le tableau 10 nous montre qu'il n'y a pas beaucoup de consensus inter-groupe. A titre d'exemple, le vin le plus minéral pour le cluster 1 est le moins minéral pour le cluster 2 et le vin le plus minéral du cluster 3 est parmi les moins minéraux du cluster 2. Aucun coefficient de corrélation n'est significatif entre les clusters.

Pour la condition pince-nez, seulement les clusters 1 et 3 ont été discriminants. Le cluster 2 n'a pas trouvé de différences significatives de minéralité entre les vins, peut-être parce que pour ces personnes la minéralité est plutôt un concept olfactif. La corrélation entre les clusters 1 et 3 est de -0.52 ( $p<0.05$ ) ce qui indique que les deux clusters ont des idées opposées sur ce qu'est la minéralité en bouche.

Pour essayer de mieux comprendre les différentes conceptions de la minéralité pour les différents clusters, nous avons fait caractériser l'arôme, les saveurs et les sensations trigéminales par notre panel entraîné. Le plan F1-F2 de l'AFC (58.7 % de variance expliquée) réalisée avec les fréquences de citation des notes aromatiques est présenté en Figure 30. Les moyennes de minéralité de chaque cluster ont été projetées sur ce plan en tant que variables supplémentaires.

**Tableau 11.** Résultats des ANOVA et du test de Newman-Keuls ( $\alpha=5\%$ ) par cluster pour la condition pince-nez. PN= pince-nez.

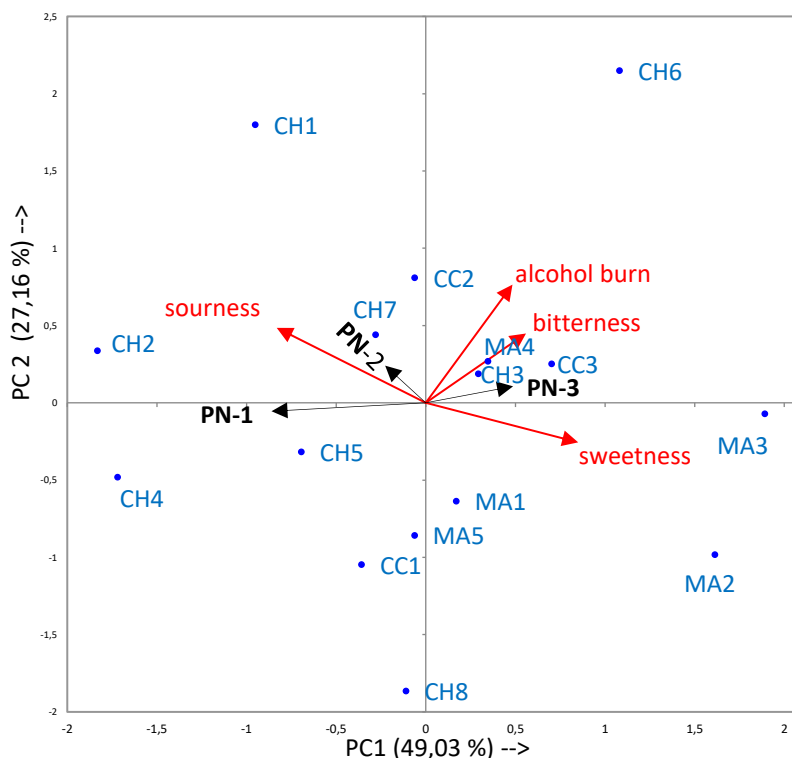
PN 1 (n=10)				PN 2 (n=13)				PN 3 (n=11)			
Facteur	ddl	F	P	Facteur	ddl	F	p<	Facteur	ddl	F	P
Vin	15	4.654	< 0.05.	Vin	15	1.008	0,449	Vin	15	3,658	< 0.05
Expert	9	18.07	< 0.05.	Expert	12	8.539	< 0,0001	Expert	10	19,02	< 0.05
Echantillon	Note moyenne			Echantillon	Note moyenne			Echantillon	Note moyenne		
CH2	6.3a			CC3	4.9			CC2	5.5a		
CC1	5.6ab			MA2	4.6			CH5	4.2ab		
CH1	5.4ab			MA3	4.5			CH8	3.5bc		
CH4	5.3abc			CH3	4.4			CC1	3.3bc		
MA5	5.1abc			CH4	4.2			CH6	3.3bc		
CH3	5.0abc			CH6	4.2			CH7	3.3bc		
CH5	4.8abc			MA5	4.1			CH3	3.2bc		
MA1	4.8abc			CC1	4.0			CH1	3.0bc		
CH8	4.3abc			CH7	4.0			MA1	2.8bc		
CH7	4.0abcd			MA4	3.9			MA4	2.8bc		
CH6	3.7bcd			CH5	3.8			MA5	2.5bc		
MA4	3.7bcd			CC2	3.6			CH2	2.4bc		
CC3	3.6bcd			CH2	3.5			CH4	2.4bc		
CC2	3.5bcd			CH1	3.5			CC3	2.4bc		
MA2	2.8cd			CH8	3.1			MA3	2.4bc		
MA3	1.8d			MA1	3,0			MA2	1,2c		



**Figure 30.** Plan F1-F2 de l'AFC réalisée sur les fréquences de citation des descripteurs olfactifs générés par le panel entraîné. Seuls les descripteurs ayant un pourcentage de citation >20% ont été conservés dans l'analyse. Les notes moyennes de minéralité de chaque cluster ont été projetées en tant que variables supplémentaires (OR-1, OR-2 et OR-3).

La première dimension de l'AFC montre une opposition entre CH2, CH6 et CH3 qui sont caractérisés par des notes de réduction, animales, sous-bois et végétales, et MA2, CH8, MA3, MA4, CC2 et CC3 qui eux sont décrits par des arômes de fruits et de fleurs. Près du centre du graphe, nous trouvons CH5 et CH7, caractérisés par des notes de silex et pierre à fusil. Les notes de minéralité des trois clusters projetaient à des endroits différents de la carte, ce qui suggère que leur évaluation était basée sur des critères différents. La projection d'OR-1 est opposée à celle d'OR 3 sur la première dimension. Les experts du groupe OR-1 tendent à associer les vins les plus minéraux à des vins décrits comme fruités et floraux par le panel entraîné. Les experts d'OR-3 jugent les vins décrits comme fruits rouges et blancs comme les moins minéraux. Pour les experts d'OR-3 le vin CH3 est le plus minéral (Tableau 10) et il est décrit comme silex, sous-bois, réduction et végétal. Le cluster OR-2 n'est pas très bien représenté sur ce plan ni d'ailleurs sur le plan 1-3. Les vins les plus minéraux pour ce cluster étaient CH1, CH7 et CH2 (Table 10) mais ces trois vins sont assez séparés sur l'AFC et décrits de façon très différente. Une explication au manque de cohérence de ce cluster est que les sujets qui le composent étaient peut-être beaucoup moins discriminants que ceux des deux autres clusters (Tableau 10).

Les notes d'intensité des variables gustatives et trigéminales ont été représentées par une ACP où les notes moyennes de minéralité avec pince-nez de chaque cluster ont été projetées en tant que variables illustratives. Le biplot des deux premières dimensions, qui additionnent 76,19% de la variance expliquée, est montré sur la Figure 31.



**Figure 31.** Plan 1-2 du biplot de l'ACE réalisée à partir des moyennes d'intensité sur les descripteurs gustatifs et trigéminaux, obtenus par le panel entraîné. Les notes moyennes de minéralité de chaque cluster ont été projetées en tant que variables supplémentaires (PN-1, PN-2 et PN-3).

La première dimension montre l'opposition classique entre sucré et acide, qui sont négativement corrélés (0.71,  $p < 0.01$ ). Les échantillons de Chablis étaient globalement caractérisés comme plus acides et ceux du Maconnais comme moins acides et plus sucrés. Cela est assez cohérent avec les différences climatiques des deux régions et leur impact sur la maturité. Le caractère chaud était plus représenté sur l'axe 2, avec CH1 et CH6 comme les plus chauds, et CH8 comme le moins chaud avec une acidité intermédiaire. L'amertume n'était pas très bien représentée sur ce plan car elle avait sa plus forte contribution sur l'axe 3 (0.54).

Comme pour la condition orthonasale, les notes de minéralité des clusters projetaient à différents endroits de la carte. Les notes de minéralité du cluster PN-1 montraient une corrélation positive avec l'acidité (0.65,  $P < 0.05$ ) et une corrélation négative avec le sucré (0.77,  $P < 0.01$ ). Les notes de minéralité du cluster PN-2 étaient significativement corrélées à l'amertume (0.68,  $P < 0.05$ ) mais comme les experts de PN-2 n'avaient pas réussi à être discriminants sur la minéralité (Tableau 11), cette corrélation ne peut pas être considérée dans nos interprétations. Aucune corrélation significative n'a été trouvée pour le cluster PN-3.

D'après nos résultats, il semble assez compliqué de comprendre le concept de minéralité quand les arômes ne sont pas pris en compte (condition pince-nez). Seul le cluster PN-1 semble faire apparaître une sous-dimension importante dans le jugement de minéralité : l'acidité.

Nos travaux ont montré que pour le vin de Chardonnay de Bourgogne les experts ont des représentations conceptuelles assez consensuelles, qui ont été confirmées par d'autres sources académiques (Coutier, 2007 ; Le Fur et Gautier, 2013 ; Deneulin et al. 2016) et qui vont dans le même sens que qui est proposé dans des guides de dégustation grand public (Casamayor 1998, Moisseff and Casamayor 2002, Coutier and Marchand 2011).

Ce consensus raisonnable obtenu à partir de données déclaratives n'est pas confirmé quand les experts doivent évaluer la minéralité en dégustant des vins à l'aveugle. En effet, un désaccord assez important a été mis en évidence parmi les experts, aussi bien en évaluation orthonasale qu'en évaluation en bouche avec pince-nez. La plupart des experts a déclaré utiliser le nez et la bouche pour l'évaluation de la minéralité. Sur la base de ces résultats, il est difficile de savoir s'il existe un concept de minéralité par modalité sensorielle ou bien s'il n'y a qu'un seul concept multimodal qui pondère les informations olfactives, sapides et trigéminales dans un jugement global de minéralité.

Suite aux résultats obtenus sur un ensemble de vins de Chardonnay de toute la Bourgogne, nous avons voulu nous centrer sur les vins de Chablis. En effet dans Ballester et al (2013) nous avons montré que les vins de Chablis étaient parmi les plus minéraux pour une bonne partie des experts. Nous voulions explorer l'effet de du terroir sur le caractère minéral des vins. Comme mentionné plus haut, il n'existe pas de consensus sur le côté de la rivière Serein qui produirait les vins les plus minéraux (Rodrigues et al. 2015). Sur la rive droite se trouvent tous

les Grands Crus de Chablis, concentrés sur une zone très restreinte, avec des expositions optimales qui assurent des très bonnes maturités. Beaucoup des 1ers Crus de la rive droite bénéficient également de ces expositions privilégiées. Les 1ers Crus de la rive gauche sont globalement moins bien exposés que ceux de la rive droite. Notre hypothèse est qu'il y aurait une différence de caractère minéral entre les 1ers Crus de la rive droite et ceux de la rive gauche.

Nous avons demandé à la Cave Coopérative La Chablisienne de nous fournir des vins de 8 1ers Crus représentatifs des différents terroirs de la région, 4 sur la rive droite (Montée de Tonnerre, Mont de Milieu, Fourchaume and Vaucoupin) et 4 sur la rive gauche (Côte de Léchet, Montmains, Vaillons and Beauroy). Les vins étaient tous de 2013, ils avaient suivi le même processus de vinification en cuve inox, et avaient un an d'élevage en bouteille. La source principale de variation était donc l'origine du raisin.

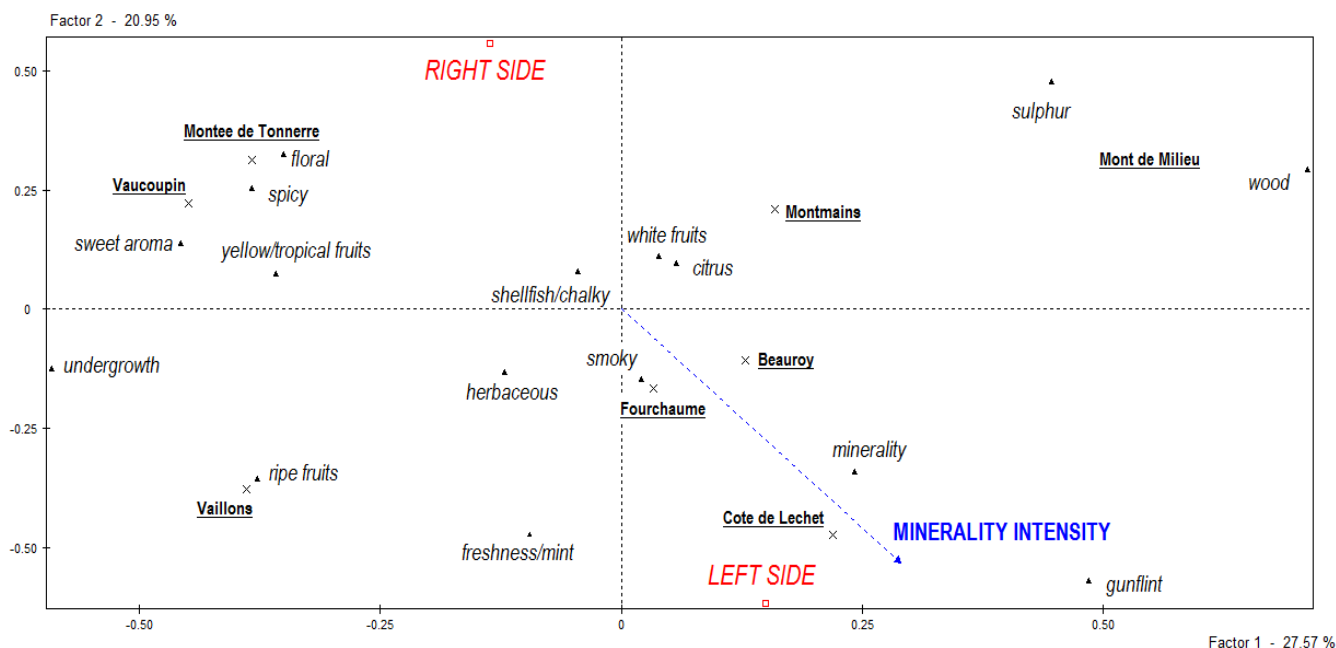
Nous avons recruté un panel de 32 experts, tous producteurs de Chablis. Ils n'étaient pas au courant du but de l'étude. Ils ont participé à deux séances d'analyse sensorielle. Lors de la première séance, les experts devaient évaluer la minéralité selon une condition orthonasale sur une échelle à 7 points. Ils étaient autorisés à comparer les échantillons avant de donner leurs notes finales. Ils devaient ensuite évaluer la minéralité en bouche en utilisant toutes les informations de flaveur des échantillons.

La deuxième séance était une répétition de la première, à la différence que les vins avaient des codes différents et étaient évalués dans des ordres différents. De plus, lors de cette seconde séance, une tâche de description libre a été réalisée après l'évaluation globale de la minéralité.

Une ANOVA à deux facteurs (sujet et rive) a été utilisée pour traiter les notes de minéralité pour chaque condition. Nous n'avons pas trouvé d'effet significatif de la rive pour la condition globale. Ce résultat est inattendu dans la mesure où l'acidité et la sucrosité avaient été considérées comme importantes dans la littérature (Ballester et al. 2013 ; Heymann et al. 2014) et que, en raison des différences d'exposition, nous attendions des équilibres sucre – acide assez contrastés.

En revanche, pour la condition orthonasale, l'effet rive était significatif ( $F = 7.338$ ;  $P < 0.007$ ), la rive gauche étant légèrement plus minérale (moyenne 3,3, erreur standard 0,1) que la rive droite (moyenne 3,0, erreur standard 0,2). Le vocabulaire issu de la description libre a été lemmatisé et regroupé en catégories de façon indépendante par trois chercheurs. Une liste finale de 16 catégories sensorielles a été arrêtée par consensus après discussion entre les trois chercheurs.

Une AFC a été alors réalisée sur la matrice de fréquences de citation vins x descripteurs en prenant seulement les descripteurs aromatiques. Les notes moyennes de minéralité orthonasale ont été projetées en variable supplémentaire quantitative, et la rive de chaque produit en variable supplémentaire nominale. La figure 32 montre les deux premiers axes de l'AFC.



**Figure 32.** Plan 1-2 de l'AFC sur les fréquences de citation des descripteurs aromatiques. Notes de minéralité= variable supplémentaire quantitative. Rives = variable supplémentaire nominale. (Rodrigues et al. 2017)

La première dimension explique 27,57% de la variance et oppose les notes soufrées et boisées, du côté positif, aux notes fruitées florales et de sous-bois. La deuxième dimension explique 20,95% de la variance et est corrélée négativement à la note de minéralité ( $r=-0,53$ ). Les barycentres des deux rives sont indiqués en rouge. Celui de la rive gauche projette du même côté que la minéralité en particulier le 1<sup>er</sup> Cru Côte de Léchet qui est caractérisé par des notes minérales (cité en tant que tel lors de la description libre), pierre à fusil, fumée et fraîcheur/menthe. Ce résultat est en accord avec la littérature sur plusieurs points. Tout d'abord le fait que le Cru Côte de Léchet est en accord avec les résultats de l'enquête menée par Rodrigues et al. (2020) auprès des producteurs de Chablis qui ont déclaré que Côte de Léchet était un des crus qui donnait le plus de minéralité. D'un autre côté, cette étude confirme l'importance des sous dimensions fraîcheur (aromatique) et pierre à fusil, évoquées dans les études préalables sur Chardonnay, que ce soit avec des approches conceptuelles ou avec des approches sensorielles (Ballester et al. 2013 ; Rodrigues et al. 2015). Ces résultats suggèrent une opposition entre la minéralité et des notes intenses de fruit et de fleurs, ce qui semble aller dans le sens des clusters OR-2 et OR-3 de l'étude de Ballester et al. (2013) et du panel entraîné de Heymann et al. (2014)

#### 4.2.2.2 Etude sur Sauvignon blanc.

Forts de nos résultats sur Chardonnay nous avons eu l'opportunité d'établir une collaboration avec l'Université de Lincoln et l'Institute of Plant and Food Research, situés tous les deux en Nouvelle Zélande, afin d'étudier la minéralité sur le vin de Sauvignon blanc. De la même façon

que Chablis a historiquement revendiqué la minéralité de ses vins de Chardonnay, la zone de Pouilly-Fumé et Sancerre sont réputées également par la production de vins à caractère minéral, surtout en raison des notes de silex. Etudier le Sauvignon blanc est particulièrement intéressant parce que c'est un cépage aromatique, contrairement au Chardonnay. La présence d'arômes variétaux importants peut moduler la minéralité perçue de façon totalement différente du Chardonnay.

L'approche scientifique était similaire à celle de l'étude sur le Chardonnay (Ballester et al. 2013) avec quelques améliorations. La première était l'inclusion d'une condition globale (nez plus bouche), en plus de la condition orthonasale et pince nez. Cela devait nous permettre d'accéder à plus de détails sur la contribution de chaque modalité sensorielle. De plus, cette collaboration a été l'occasion d'étudier des éventuelles différences cross-culturelles entre les experts français et les experts néozélandais. En effet, une étude préalable (Mouret et al. 2013) sur la représentation sociale du vin comparant justement la France et la Nouvelle Zélande, ainsi que deux niveaux d'expertise, a mis en évidence des différences culturelles que les auteurs attribuent à des différences historiques et socioéconomiques sur la production de vin. La production de vin en France est millénaire tandis qu'en Nouvelle Zélande elle est relativement jeune. Notre hypothèse est que les différences dans les représentations sur le vin en général peuvent être à l'origine d'une différence de conceptualisation de la minéralité du vin en particulier. Les experts français provenaient de Bourgogne de Bordeaux et de la zone Centre Loire. Les experts néozélandais provenaient tous de la région de Marlborough.

Une autre amélioration dans cette étude a consisté à faire décrire les vins par les experts eux-mêmes, et non par un panel entraîné. Cela devrait nous permettre de mieux relier la minéralité à ses dimensions sensorielles sous-jacentes.

Nous avons pu également étudier l'effet de l'origine du vin en proposant un échantillonnage de vins français et néozélandais. Huit vins de chaque pays ont été sélectionnés après consultation de différents guides et critiques afin qu'il y ait une forte variabilité a priori sur leur caractère minéral. Les vins français provenaient de Bordeaux, Loire et Bourgogne tandis que les vins néozélandais provenaient de différentes zones de la région de Marlborough (Rapaura; Wairau Lowlands; Southern Valleys et Awatere Valley).

Les mesures sensorielles se sont organisées en deux séances structurées comme suit :

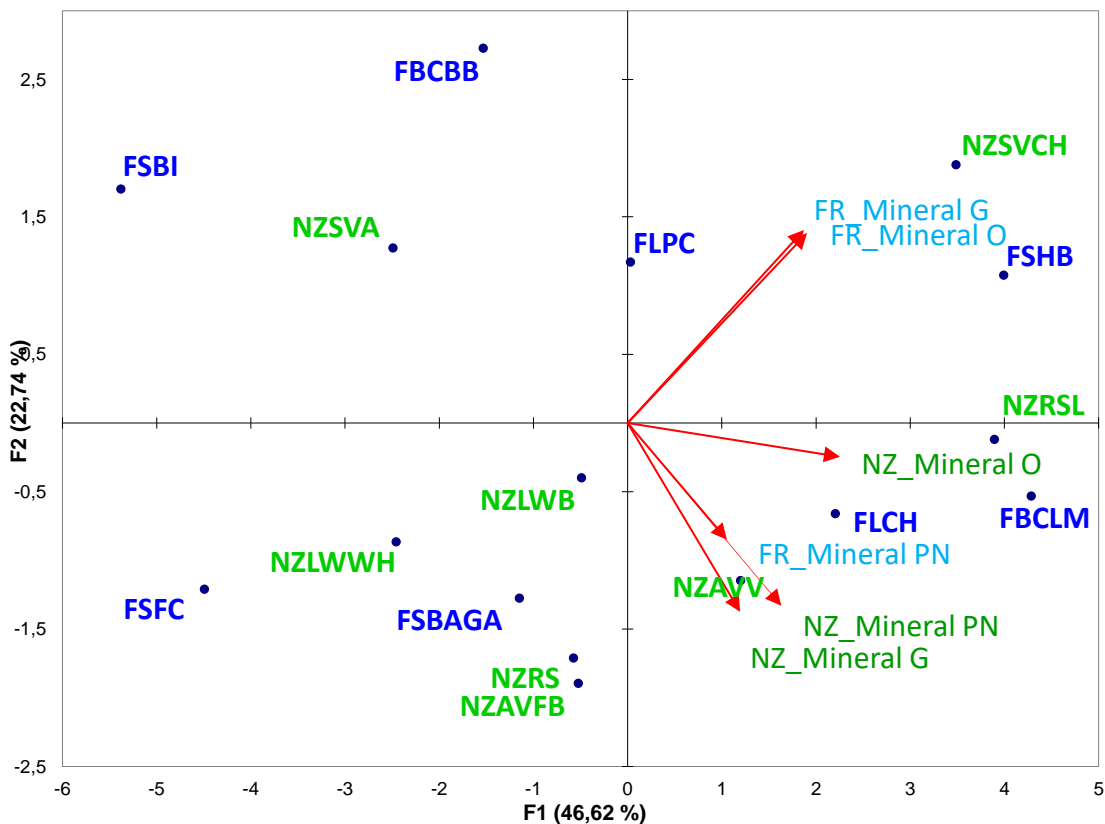
- La première séance démarrait avec une tâche de tri libre par évaluation globale des échantillons (nez plus bouche). Le résultat de la tâche de tri ne sera pas présenté dans ce document. La deuxième tâche consistait en une description globale des échantillons par notation de l'intensité de 20 descripteurs sélectionnés en fonction de la littérature comme étant soit typiques du Sauvignon blanc, soit associés à la minéralité ou à la réduction. Des descripteurs complémentaires ont également été évalués : l'astringence, la concentration, la complexité, la familiarité et l'appréciation hédonique. Le

descripteur minéralité, qui était le plus important pour nous, a été évalué en premier afin de limiter des phénomènes de halo.

- La deuxième séance a été dédiée à la description des échantillons selon une condition orthonasale. Pour celle-ci seuls les descripteurs aromatiques ont été évalués. Ensuite, les experts ont à nouveau décrit les vins en portant un pince-nez. Le descripteur minéralité, qui était le plus important pour nous, a été évalué en premier. Les descripteurs aromatiques n'ont pas été demandés lors de cette dernière évaluation.

Les notes brutes de minéralité ont été soumises à une ANOVA à trois facteurs (culture, condition et vin) avec leurs interactions. Un effet principal sur le facteur vin a été mis en évidence : les experts ont trouvé des différences significatives de minéralité entre les vins. Il y avait également une interaction entre le facteur vin et le facteur culture, et entre le facteur vin et le facteur condition.

Les résultats des notes de minéralité ont été moyennés par vin, par condition et par pays d'origine des dégustateurs. Le tableau de moyennes a été analysé par une ACP dont le plan 1-2 du biplot (71% de la variance) est présenté en Figure 33.



**Figure 33.** Biplot des dimensions 1 et 2 de l'ACP sur les notes moyennes de minéralité par pays et par condition. Les vins français sont en bleu et les néozélandais en vert. G=global, O=orthonasal, PN=pince-nez. FR=France, NZ=nouvelle Zélande

Toutes les notes de minéralité projettent sur le côté positif de l'axe 1, ce qui suggère qu'il y a des convergences entre conditions d'une part et cultures d'autre part. En revanche, des différences sont visibles sur l'axe 2 qui oppose les évaluations des français en orthonasale et en global aux évaluations des néozélandais avec pince-nez et en global, et dans une moindre mesure à l'évaluation avec pince-nez des français. Les résultats montrent que les jugements globaux des néozélandais et français, même s'ils ne sont pas opposés, ne comportent pas d'information commune ( $r=0.07$ ). Ceci qui indique que les deux groupes d'experts ne se basent pas sur les mêmes critères quand ils évaluent la minéralité. La forte corrélation entre l'évaluation globale des français et leur évaluation olfactive ( $r=0.85$ ) et la faible corrélation avec l'évaluation avec pince-nez ( $r=0.09$ ) suggère qu'ils basent leur jugement de minéralité essentiellement sur des informations olfactives. En revanche, les néozélandais semblent baser leur évaluation globale de la minéralité aussi bien sur des sensations sapides ou trigéminales ( $r=0.47$ ) qu'olfactives ( $r=0.54$ ).

Concernant les vins, les deux groupes d'experts sont d'accord pour dire que les vins les plus minéraux sont NZSVCH, FSHB, NZRSL, FBCLM et FLCH. Néanmoins il y a un désaccord sur quelques vins, par exemple les français ont trouvé NZSVCH et FSHB plus minéraux que FLCH et NZAVV tandis que pour les néozélandais c'est l'inverse. Ils sont globalement d'accord pour dire que les vins FSFC, FSBI et NZSVA sont les moins minéraux. En revanche, il y a du désaccord sur le vin FBCBB, qui est peu minéral surtout pour les néozélandais, et sur NZAVFB et NZRS qui sont peu minéraux en particulier pour les français. Si on considère l'origine des vins, on ne peut pas dire que les vins d'un des deux pays soient plus minéraux que ceux de l'autre pays.

Pour avoir une idée plus précise de ce qui se cache derrière les jugements de minéralité des uns et des autres, nous avons essayé de prédire, pour chaque culture, les notes de minéralité de chaque condition à partir des notes d'intensité des attributs utilisés dans la description. Pour cela nous avons réalisé des régressions linéaires multiples. Les valeurs de  $R^2$  des modèles de régression pour les français étaient 0,45 (condition globale), 0,44 (orthonasale) et 0,38 (pince-nez) et pour les néozélandais de 0.46 (globale), 0.53 (orthonasale) et 0.41 (pince-nez). Les coefficients de régression pour chaque prédicteur considéré pour chaque modèle sont montrés sur le tableau 12.

Les résultats des différentes régressions linéaires nous donnent des détails sur les différences et les similarités entre les deux cultures pour les notes de minéralité. Globalement, il existe un consensus sur le fait que agrumes, fraîcheur, silex/fumé/pierre à fusil et craie/calcaire et dans une moindre mesure graphite/mine de crayon, sont des prédicteurs positifs de la minéralité. Cela veut dire que plus ces descripteurs sont intenses, plus la minéralité perçue sera élevée. Les dimensions fraîcheur, silex/fumé/pierre à fusil et craie/calcaire avaient été déjà mentionnées comme associées à la minéralité dans des études sur le Chardonnay (Ballester et al. 2013) et elles semblent s'appliquer également à la minéralité du Sauvignon blanc.

**Tableau 12.** Coefficients des prédicteurs dans les différents modèles de régression multiple pour les différentes conditions. Coefficients significatifs ( $p < 0,05$ ) en gras. n.a.= non attribué

Descripteurs	FR G	NZ G	FR O	NZ O	FR PN	NZ PN
Herbacé	0.77	1.00	-1.12	0.11	n.a.	n.a.
Buis/pipi de chat	0.13	1.60	0.44	-0.21	n.a.	n.a.
Agrume	<b>4.19</b>	<b>3.01</b>	<b>4.01</b>	<b>3.79</b>	n.a.	n.a.
Poivron vert	-0.64	<b>-2.25</b>	-1.39	-0.72	n.a.	n.a.
Fruit de la passion	<b>-2.14</b>	-1.09	<b>-2.92</b>	<b>-3.29</b>	n.a.	n.a.
Sucrosité	<b>-6.49</b>	-1.14	n.a.	n.a.	<b>-7.15</b>	-1.25
Amertume	<b>2.23</b>	1.03	n.a.	n.a.	0.85	0.97
Acidité	-0.88	0.20	n.a.	n.a.	-1.22	-0.006
Astringence	-0.33	<b>-2.03</b>	n.a.	n.a.	0.49	<b>-2.74</b>
Fraîcheur	-0.01	<b>3.04</b>	<b>1.99</b>	1.16	<b>2.86</b>	<b>5.78</b>
Silex/fumé/pierre à fusil	<b>4.56</b>	<b>3.76</b>	<b>6.34</b>	<b>7.29</b>	<b>4.86</b>	<b>4.89</b>
Craie/calcaire	<b>2.08</b>	<b>5.23</b>	<b>3.21</b>	<b>5.95</b>	<b>4.52</b>	<b>6.4</b>
Iode/coquillage/huître	1.86	-0.46	<b>3.82</b>	-1.12	n.a.	n.a.
Mine de crayon/graphite	<b>2.76</b>	0.96	1.44	<b>2.25</b>	<b>3.33</b>	1.11
Arôme soufré	0.04	0.51	<b>2.68</b>	0.29	n.a.	n.a.
Concentration/structure en bouche	0.21	1.28	n.a.	n.a.	<b>3.41</b>	<b>5.34</b>
Complexe	1.39	1.88	-0.85	1.34	n.a.	n.a.
Familier	1.4	<b>2.44</b>	0.57	0.28	n.a.	n.a.
Préférence	1.95	0.5	1.54	<b>3.04</b>	n.a.	n.a.

En revanche, la dimension agrumes semble être propre à la minéralité du Sauvignon blanc car elle n'a jamais été citée pour la minéralité du Chardonnay. Elle ne semblait contribuer à la minéralité, ni positivement ni négativement, dans l'étude sensorielle de Ballester et al. (2013). Le cas de la variable acidité est également intéressant. Les études préalables montrent que l'acidité est une dimension corrélée à la minéralité (Le Fur et Gautier, 2013 ; Ballester et al. 2013 ; Heymann et al. 2014 ; Deneulin et al. 2016). Dans cette étude, contrairement à nos attentes, l'acidité ne contribue pas à la prédiction de la minéralité, pour aucune des deux cultures et dans aucune condition.

Il existe un consensus sur un prédicteurs négatif : fruit de la passion. Ce descripteur n'a pas été mis en avant dans le Chardonnay car c'est un descripteur qu'on rencontre peu sur ce cépage. Le caractère poivron vert a été négativement corrélé à la minéralité lors de l'évaluation globale seulement par les experts néozélandais. C'est un autre caractère variétal typique du Sauvignon blanc, qu'on rencontre davantage en Nouvelle Zélande (Parr et al. 2010). Il semblerait donc que dans le contexte du Sauvignon blanc, un caractère variétal très marqué ne soit pas un facteur favorable à la perception de la minéralité.

La sucrosité est anti-corrélée à la minéralité pour les français tandis qu'elle n'a pas d'effet pour les néozélandais. A l'inverse, l'astringence est anti-corrélée à la minéralité mais seulement pour les néozélandais. Également, les arômes soufrés et les arômes iodées/coquillage semblent contribuer positivement à la minéralité, mais seulement pour les français. Ce résultat est en accord celui obtenu sur Chardonnay par Ballester et al. (2013)

#### 4.2.3 Approches chimiques : molécules potentiellement responsables de la minéralité.

Nous avons par des approches conceptuelles et sensorielles qu'il n'existe pas un seul concept de minéralité mais que différents groupes peuvent avoir différentes notions de ce qu'est la minéralité. La recherche de déterminants chimiques qui expliquent ces différentes idées de la minéralité serait une forme de validation supplémentaire de l'existence de ces concepts et compléterait les résultats obtenus par les approches sensorielles.

De plus, le fait de connaître ces molécules peut nous renseigner sur les étapes dans l'élaboration d'un vin qui peuvent être à l'origine du caractère minéral des vins. Pour l'ensemble des dimensions sensorielles évoquées dans les approches conceptuelles et mises en évidence dans les approches sensorielles, une grande diversité d'origines potentielles apparaît. Par exemple, certaines dimensions sont directement liées au choix du cépage (fruit de la passion, poivron vert), d'autres à la maturité du raisin (sucrosité, acidité). L'acidité peut par ailleurs être modulée par la fermentation malolactique. Une légère astringence peut être amenée par une courte macération pelliculaire ou par le contact avec du bois neuf. Selon Baron et Fiala (2012), une des molécules susceptibles de contribuer à la minéralité est l'acide succinique qui est un métabolite des levures de vinification. Ces auteurs ont trouvé plus d'acide succinique dans des vins « réputés minéraux » que dans des vins qui ne l'étaient pas. Ce résultat doit être pris avec précaution car les auteurs n'ont vérifié à aucun moment le caractère minéral des vins étudiés par des tests sensoriels rigoureux. Les notes de silex, fumé, et coquillages ont une origine difficile à déterminer mais elles sont vraisemblablement liées à des composés soufrés (Starkenmann *et al.* 2016 ; Tominaga *et al.* 2003 ; Josephson, 1991 ; Rodrigues *et al.* 2017) qui peuvent être produits ou préservés par des vinifications réductrices.

De ces dimensions sensorielles et de leurs origines possibles nous avons émis une série d'hypothèses (Tableau 13) que nous avons testées en combinant les approches présentées dans la section précédente et les mesures chimiques pertinentes.

Tableau 13. Hypothèses testées dans les approches chimiques et les analytes associés

Dimension		Molécules
Corrélation positive	Silex, pierre à fusil, fumé	BMT
	Réduction	Composés soufrés volatiles (H <sub>2</sub> S, DMS, méthane-thiol, SO <sub>2</sub> , etc.)
	Acidité (juste pour le Chardonnay)	Acides organiques (acide tartrique, malique, lactique, AT, pH, etc.)
	Crayeux, salinité (juste conceptuel)	Éléments minéraux (Ca, Cd, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, S, etc.)
Corrélation négative	Excès de fruité	Esters et acétates, terpènes et norisoprenoïdes
	Caractère variétal (juste pour le Sauvignon blanc)	Thiols variétaux (4MMP, A3MH, 3MH, etc.) et IBMP
	Sucré	Sucres résiduels, éthanol.
	Boisé (juste conceptuel)	Vanilline, whisky lactones, etc.

#### 4.2.3.1 Etude sur Chardonnay de Chablis

Pour compléter l'étude sensorielle sur des vins 1<sup>er</sup> Cru de Chablis présentée plus haut, nous avons réalisé une étude chimique des échantillons utilisés par Rodrigues et collaborateurs (2017). Pour rappel, nous avons montré que les vins de la rive gauche étaient légèrement plus minéraux que ceux de la rive droite mais seulement pour la modalité orthonasale. Nous avons mesuré les paramètres œnologiques classiques, des thiols polyfonctionnels dont le BMT, des composés soufrés liés à la réduction comme le H<sub>2</sub>S, l'éthanethiol ou le méthaneethiol, les esters, norisoprenoïdes, lactones et terpènes fruités comme le butanoate d'éthyle, la β-damascenone ou le linalol. Une série de cations a été dosée, en raison de leur capacité à catalyser des réactions d'oxydation (Fe, Cu, etc.)

Pour chacun des 73 composés volatils dosés, les nombres d'unités d'odeurs ou Odor Activity Values (OAV) ont été calculés (concentration du composé divisé par son seuil de détection dans le vin). Ensuite, les composés ayant des propriétés chimiques et sensorielles similaires ont été combinés en vecteurs d'arôme sur la base des travaux de Loscos et al. (2007) et Sáenz-Navajas et al. (2015). Ces groupes de composés ont un effet additif et peuvent avoir une influence sur un attribut donné même si certains composés d'arôme du vecteur sont à des niveaux au-dessous du seuil.

Par ailleurs une corrélation entre la concentration de chaque composé et les notes de minéralité orthonasal a été réalisée. Seulement 10 composés ont obtenu des corrélations significatives. Parmi eux, quatre étaient positivement corrélés (méthaneethiol, acétate d'éthyle, acide acétique et la γ-decalactone) et six étaient négativement corrélés (acetate d'isoamyle, acetate d'hexyle, b-damascenone, cinnamate d'éthyle, hydroxycinnamate d'éthyle et linalol).

Des analyses de la variance par composé avec rive comme facteur ont montré que seulement trois vecteurs (lactone, méthaneethiol et norisoprenoïdes) plus le cuivre discriminaient les vins provenant des deux rives du Serein. Le Tableau 14 présente les OAV moyens des vecteurs d'arôme, les concentrations moyennes de cuivre et les notes de minéralité moyennes pour les deux rives.

Tableau 14. Valeurs moyennes plus écart type pour les différentes variables discriminant les deux rives.

Variable (unités)	Rive gauche	Rive droite	Probabilité
Minéralité (intensité dur 7)	3,3 ± 0,1	3,0 ± 0,2	0,016
Vecteur Méthaneethiol (OAV)	1,65 ± 0,3	1,00 ± 0,32	0,023
Vecteur Norisoprenoïde (OAV)	59,2 ± 1,93	69,4 ± 5,91	0,017
Cuivre (mg*L-1)	0.19±0.03	0.30±0.06	0,027

En plus de la corrélation avec la minéralité évoquée plus haut, le méthaneethiol est également corrélé significativement avec le descripteur coquillage/calcaire. Ce descripteur est connu pour son odeur de réduction rappelant le chou cuit à fortes concentrations (Franco-Luesma et al.

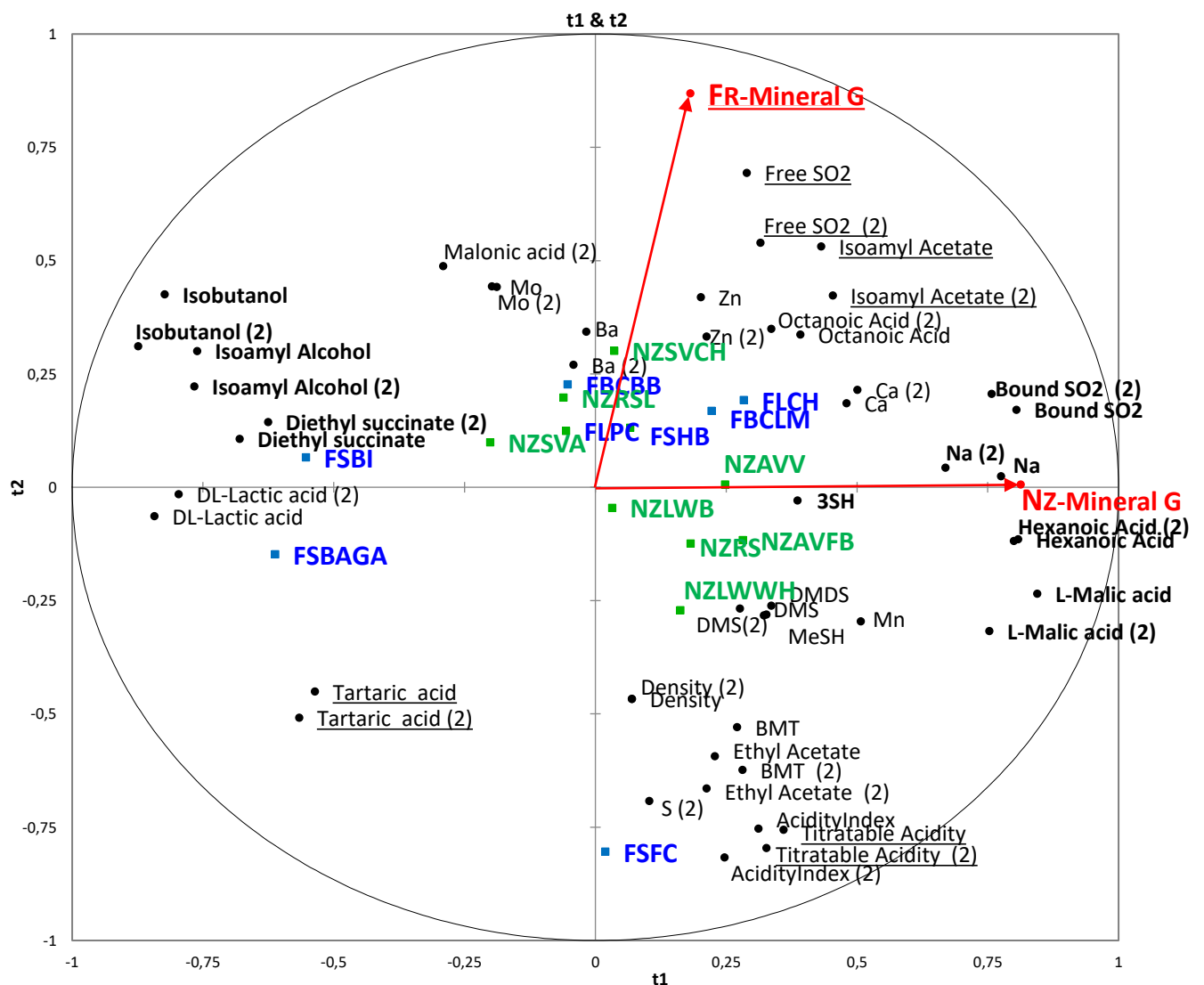
2016). Ce composé a aussi été décrit comme contribuant à l'arôme de coquillage cuit (Josephson, 1991). Ici, à des concentrations bien plus faibles il est plausible que ce composé contribue à l'odeur de coquillages de nos vins. En collaboration avec le laboratoire de Vicente Ferreira (LAAE, Université de Zaragoza) nous avons fait une étude sur un vin synthétique où la contribution du méthaneéthiol à l'arôme de coquillages a été confirmée. Les résultats ont également montré que les vins additionnés avec des fortes concentrations de méthaneéthiol ont été perçus significativement moins intenses pour les descripteurs fruits blancs et floral que les vins contenant des concentrations plus faibles (Rodrigues et al. 2017). Cela veut dire que le méthaneéthiol a un pouvoir masquant des arômes fruités qui peut expliquer l'opposition entre les vins minéraux et les vins fruités évoquée précédemment. Le cuivre est plus abondant dans les vins de la rive droite à l'inverse de la minéralité. L'effet du cuivre peut être expliqué par le phénomène de complexation entre celui-ci et le méthaneéthiol ce qui forme une forme inodore. Plus la concentration en cuivre est forte, moins méthaneéthiol libre et sensoriellement actif aura dans le vin. Enfin la concentration plus importante de norisoprénoides dans les vins de la rive droite peut expliquer les notes fruitées et florales de ces vins comme le montrent San Juan et al. (2011).

#### 4.2.3.2 *Etude sur Sauvignon blanc.*

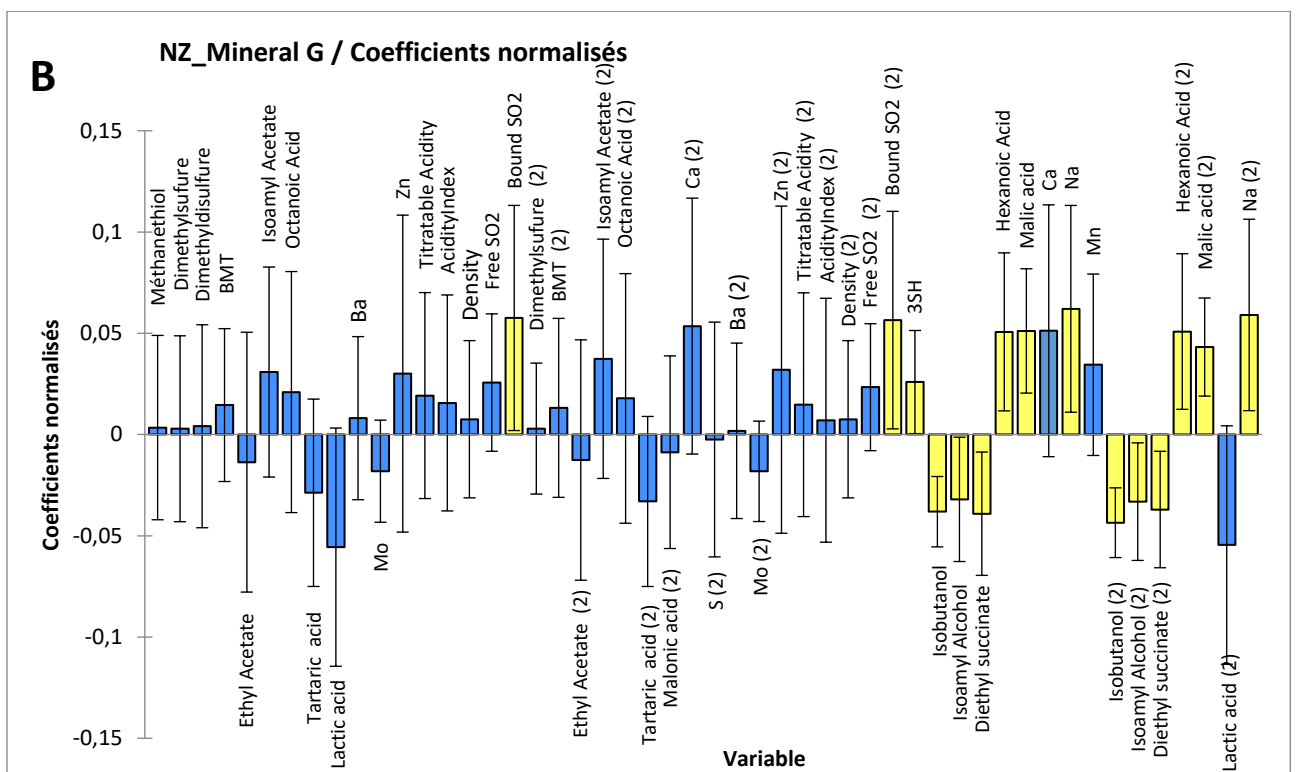
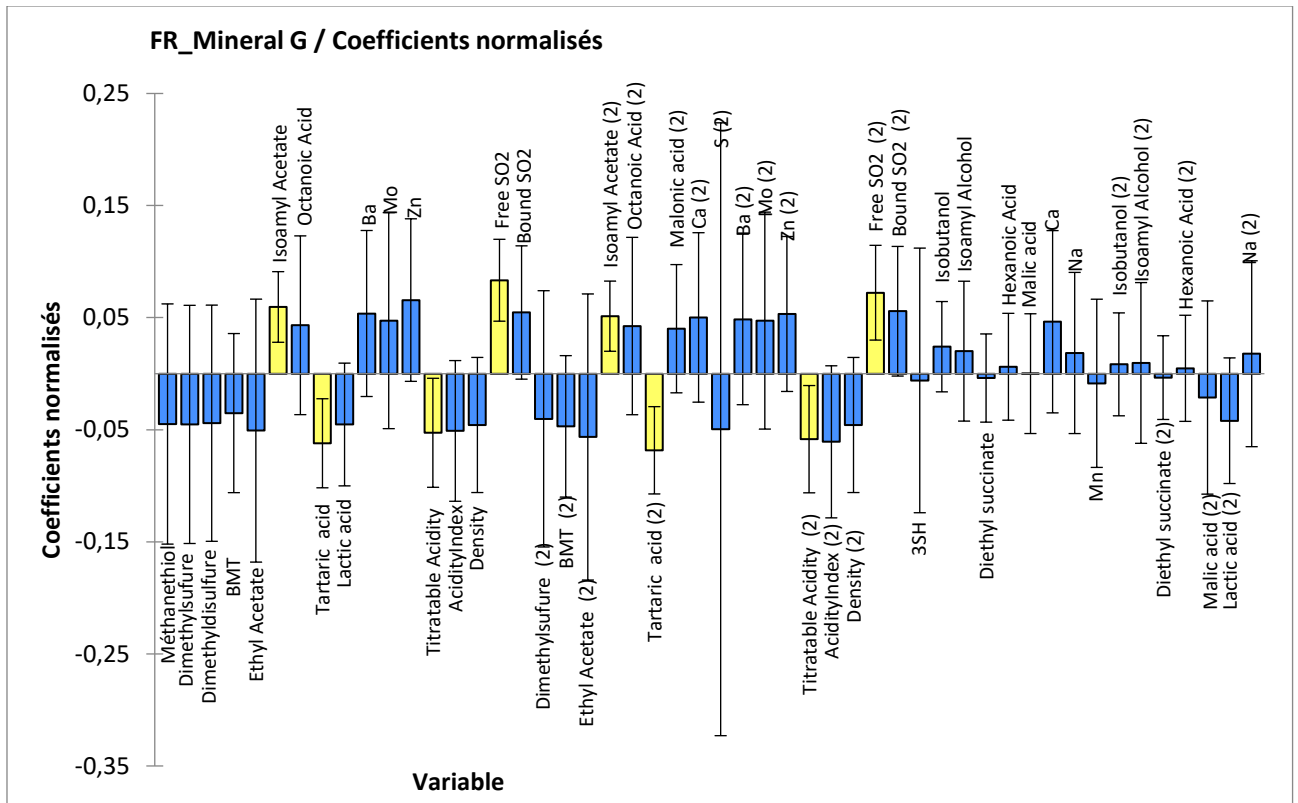
Dans cette nouvelle étude nous avons voulu modéliser les notes de minéralité obtenues par les experts français et néozélandais dans la condition globale (Parr et al. 2015). Pour cela, en plus de nos partenaires néozélandais, nous avons étendu notre collaboration à l'Unité de Recherche Œnologie de l'ISVV de Bordeaux. Les 16 vins évalués par Parr et al. (2015) ont été analysés chimiquement sur des composés volatils (variétaux, fermentaires et composés soufrés liés à la réduction), des acides organiques non volatils et des éléments minéraux (cations). Sur les 66 variables chimiques, seulement quatre (Ba, Cu, Ni, and H<sub>2</sub>S) n'ont pas produit des différences significatives entre les vins et par conséquent n'ont pas été considérés dans les analyses ultérieures.

La stratégie de modélisation reposait sur une analyse par régression PLS (Partial Least Squares Regression). A vu des différences culturelles observées dans le jugement de la minéralité entre les deux pays (Parr et al. 2015), nous avons décidé de prédire la minéralité globale des français et de néozélandais séparément. Afin de considérer non seulement des relations linéaires mais également quadratiques, nous avons inclus dans les analyses PLS les carrés de chaque variable. En raison de la grande quantité de variables chimiques mesurées, nous avons commencé par réaliser une présélection de variables fondée sur leur corrélation avec la note de minéralité globale. Seulement les variables avec un coefficient de corrélation supérieur à 0.3 ont été conservées dans les régressions.

La régression PLS a donné une solution optimale pour deux dimensions, avec un indice Q2 de Stone-Geisser de 0.401, et une explication de la matrice X (prédicteurs chimiques) de 40,1% et de la matrice Y (minéralités pour les français et les néo-zélandais) de 72,4%. La Figure 34 représente le cercle de corrélation avec les projections des notes de minéralité globale par pays, les variables chimiques et les observations (les vins). Les variables en gras sont significatives pour prédire la minéralité des néo-zélandais et celles soulignées sont significatives pour prédire la minéralité des français. Pour connaître la valeur et le signe des coefficients de chaque variable, la Figure 35 montre les coefficients normalisés de chaque prédicteur avec son intervalle de confiance pour les français (35a) et les néo-zélandais (35b).



**Figure 34.** Cercle de corrélation issu de la PLS. Projection des notes de minéralité globale en rouge. Variables chimiques en noir. Vins français en bleu. Vins néo-zélandais en vert. Les variables en gras sont significatives pour prédire la minéralité des néo-zélandais. Les variables soulignées sont significatives pour prédire la minéralité des français (Parr et al. 2016).



**Figure 35.** Coefficients normalisés des modèles de régression obtenus par PLS pour prédire la minéralité globale des français (a) et des néozélandais (b).

En accord avec nos attentes, les résultats de la PLS montrent un clair effet de la culture. La minéralité des néozélandais projette sur le côté positif de l'axe 1 et les principaux prédicteurs positifs sont le SO<sub>2</sub> combiné, l'acide hexanoïque, le sodium et l'acide malique autant pour la relation linéaire que pour la relation quadratique. Le 3SH était également un prédicteur positif mais seulement pour la relation linéaire. Les prédicteurs négatifs pour les néozélandais étaient l'alcool isoamylique, le succinate de diéthyle, et l'isobutanol, également pour la relation linéaire et quadratique. En revanche minéralité des français projette sur le côté positif de l'axe 2 avec comme prédicteurs positifs le SO<sub>2</sub> libre et l'acétate tandis que les prédicteurs négatifs étaient l'acide tartrique et l'acidité totale. Tous les prédicteurs significatifs des français l'étaient pour la relation linéaire et la relation quadratique.

On observe avec ces résultats que la plupart de nos hypothèses ne sont pas validées. Par exemple, contrairement à nos attentes, le BMT qui est d'après la littérature responsable des notes de pierre à fusil et de fumée, n'est pas un prédicteur significatif dans nos modèles. Concernant la contribution positive des notes de réduction pour les français, elle n'est pas validée non plus car aucun des composés soufrés de réduction ne s'est avéré être un prédicteur significatif. En revanche, il est possible que le prédicteur SO<sub>2</sub> libre puisse contribuer aux arômes soufrés mis en avant par les experts français.

Notre hypothèse sur l'effet de l'acidité pour le Sauvignon blanc était qu'elle n'avait pas d'effet sur la minéralité, contrairement au cas du Chardonnay. Nos résultats chimiques ne confirment pas cette hypothèse, en particulier pour les français qui ont comme prédicteurs négatifs l'acide tartrique et l'acidité totale. Si on considère l'impact sensoriel de ces deux paramètres chimiques, cela laisserait penser que pour les français, l'acidité serait anti corrélée à la minéralité. Un autre point assez confus est le fait que l'acide malique soit un prédicteur significatif de la minéralité pour les néozélandais. Cet acide a un impact sensoriel notable et rappelons le, l'acidité n'avait pas d'effet sensoriel sur la minéralité pour les néozélandais non plus. L'opposition entre l'acide malique et l'acide lactique et l'acide malique sur l'axe 1 de la PLS (Figure 34) suggère que les vins les moins minéraux auraient pu faire une fermentation malolactique qui aurait potentiellement donné des notes lactées aux vins FSBI et FSBAGA (justement les deux vins de Bourgogne), ce qui aurait eu un effet négatif dans le jugement de minéralité des néozélandais. Cette interprétation reste hypothétique car les notes beurrées n'ont pas été mesurées dans l'étude sensorielle (Parr et al. 2015). Elle a cependant le mérite d'être en accord avec les résultats de Heymann et al. (2014) qui avaient trouvé que, pour leur panel de professionnels, les notes beurrées étaient négativement corrélées à la minéralité. Plus de recherches seront nécessaires pour bien déterminer le rôle réel de l'acidité.

Une autre hypothèse basée sur les résultats de Parr et al. (2015) était que la présence de notes variétales (thiols variétaux et IBMP) serait anti-corrélée à la minéralité. Nos résultats ne valident pas cette hypothèse non plus, car la plupart des composés variétaux ne sont pas significatifs à l'exception du 3SH, qui a un coefficient positif. Une interprétation possible serait que le 3SH renforcerait la note pamplemousse au lieu de la note fruit de la passion (Tominaga et

al. 1998), ce qui serait cohérent avec la contribution positive de la note agrumes soulignée par Parr et al. (2015).

Une autre hypothèse mentionnée fréquemment par les acteurs de la filière et reprise dans des nombreux supports de communication consiste à dire que la minéralité serait produite par la présence de minéraux dans le vin. Ces minéraux proviendraient du sol et seraient absorbés par les racines pour se retrouver sur le vin fini. Malgré le scepticisme de certains chercheurs (Maltman, 2013) nous avons voulu tester cette hypothèse par la quantification d'une série de cations. Nos résultats montrent que seul le sodium était prédictif significatif pour les néozélandais. L'origine du sodium n'est pas forcément dans le sol, il peut être incorporé dans le vin par les embruns marins, ou par le biais de produits œnologiques comme les bentonites (Maltman, 2013).

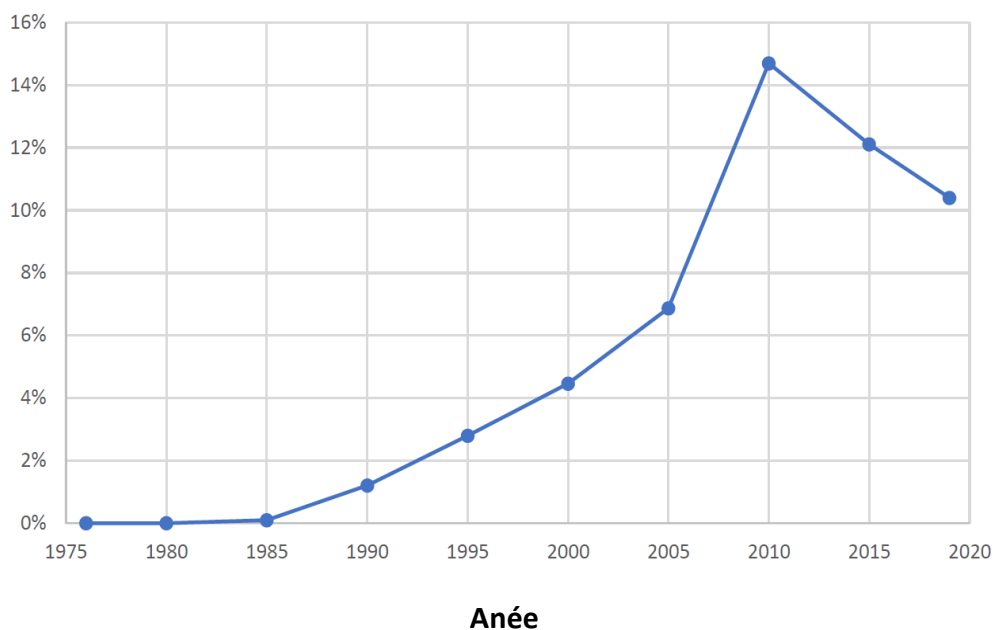
Ces travaux sur l'origine chimique de la minéralité nous ont permis d'un côté de confirmer que malgré le désaccord entre groupes d'experts le concept de minéralité relève d'une réalité sensorielle qui peut être reliée à la composition du produit et à certaines dimensions sensorielles. Nos travaux ont permis de conforter certaines hypothèses sur l'origine de la minéralité comme le rôle important des composés soufrés et d'écarter l'hypothèse classique selon laquelle la minéralité serait provoquée par les minéraux du vin qui proviennent du sol.

Cependant, le contenu de ce concept reste flou car il varie selon l'expertise et la culture du dégustateur et est dépendant du cépage.

#### *4.2.4 L'Épilogue de la minéralité ?*

Très récemment Martindale (2021) a étudié l'évolution de l'utilisation de ce terme dans le magazine *Décanter* entre 1976 et 2019. Les résultats sont présentés sur la Figure 36 exprimés en pourcentage. On peut observer un déclin dans l'utilisation du mot dans les 9 derniers années. L'auteur avance deux explications non mutuellement exclusives. La première serait tout simplement que le terme est démodé. En effet, dans une étude récente, Boiling (2021) a demandé à 400 experts en vin « quel mot souhaiteraient-ils voir banni des descriptions de vin ? ». D'après l'auteur, le mot minéralité a été le mot gagnant (ou perdant). Les raisons données par les experts étaient que ce descripteur était trop utilisé, mal utilisé, sans aucune signification précise, vague ou trompeur. Les experts considèrent qu'au lieu d'utiliser le mot minéralité il faudrait utiliser d'autres mots moins ambigus. Nos travaux ont mis en évidence un ensemble de sous-dimensions de la minéralité qui peuvent être utilisées pour la remplacer. Un expert affirme que même si le mot est très utilisé entre professionnels, le grand public ne connaît pas sa signification.

### % de descriptions



**Figure 36.** Pourcentage de descriptions contenant « minéralité » dans le magazine Decanter entre 1976 et 2019. Martindale (2021)

La deuxième explication est que, du au changement climatique, les vins ont changé devenant moins minéraux. D'après Biss et Ellis (2021), des données climatiques de la région de Chablis semblent appuyer cette hypothèse. En effet, température moyenne printemps/été a augmenté de près de 0,5 °C par décennie entre 1963 et 2020. La température maximale moyenne a augmenté considérablement plus que la température minimale moyenne. De même, le nombre de jours atteignant 35 °C entre le 1er avril et le 30 septembre de chaque année est passé de zéro à six jours ; une grande partie de ces changements se sont produits entre 2015 et 2020

Il est probable que l'utilisation de ce mot dans l'avenir redevienne plus raisonnable et raisonnée.

## **5 Projet de recherche.**



Dans mes futurs projets de recherche, je continuerai à m'intéresser à l'effet des variables cognitives sur la perception et la catégorisation des aliments, en particulier le vin. Mon projet pour les prochaines années est d'observer comment de nouvelles catégories de vin sont apprises et intégrées dans le système de catégories préexistant dans la mémoire des dégustateurs. Je m'intéresserai également aux attitudes des consommateurs vis-à-vis de certaines de ces catégories. Pour cela, je compte m'appuyer sur l'évolution du contexte alimentaire et en particulier les nouveautés dans l'offre de vins. En effet, les demandes sociétales vis-à-vis de l'environnement et de la santé ont impacté également le monde du vin et les consommateurs souhaitent des produits plus sains et plus écologiques. Mes recherches seront articulées en deux axes.

### 5.1 AXE 1. Apprentissage de catégories sensorielles et organisation des connaissances.

Par le passé, afin de comprendre l'effet de l'expertise sur la catégorisation de vin, j'ai utilisé comme cas d'étude des catégories qui existent depuis des dizaines d'années. Ces catégories sont en général bien cristallisées dans la mémoire des experts en vin et parfois des novices. J'ai pu étudier leurs représentations à un temps  $t$ , mais je n'ai pas eu accès à l'acquisition et la construction de ces représentations mentales. Cette acquisition peut se faire de façon très spontanée par l'apprentissage perceptif sans l'intervention d'entraînement formel. Par la simple exposition aux stimuli de leur environnement, les personnes sont capables d'extraire des régularités des objets qui les entourent et petit à petit construire des catégories. Les experts ajoutent à l'apprentissage perceptif, des connaissances théoriques et de la pratique délibérée qui aboutissent souvent à des systèmes de catégories différents, comme on a pu le voir à plusieurs reprises dans ce manuscrit. Dans les derniers travaux de l'équipe, nous avons observé que ce que l'on considérait comme un groupe homogène qu'on appelait « les experts en vin » est en réalité un groupe hétérogène qui nécessite une caractérisation plus fine (Franco-Luesma *et al.* 2019 ; Otheguy *et al.* 2021). L'itinéraire de formation et l'expérience sur le vin d'un sommelier et d'un œnologue sont différents et peuvent être à l'origine de différences de catégorisations ou de description (Otheguy, 2022).

Mon premier projet pour cet axe de recherche, le plus fondamental, vise à comprendre les **mécanismes d'apprentissage de nouvelles catégories sensorielles liées au vin** par des novices, ou par des experts dont on connaît en détail la formation, entraînement et pratique professionnelle. Ce projet a deux objectifs principaux. Le premier est de comprendre comment les informations données aux participants affectent les performances et les stratégies d'apprentissage. On comparera ici une condition avec uniquement de l'exposition sensorielle à d'autres conditions où l'on fournirait différents types d'informations comme une liste de descripteurs de la littérature, ou bien une liste personnelle implémentée d'une séance à l'autre, ou encore des informations techniques sur les catégories. Le deuxième objectif est de

comprendre comment les caractéristiques des catégories, comme la structure interne et la séparabilité, impactent les performances et les stratégies d'apprentissage. La structure interne de la catégorie peut être caractérisée par des tâches de typicité ou des tâches de tri dirigé par des experts. La variabilité intra catégorie et la séparabilité peuvent être évaluées grâce à un tri libre basé sur la similarité perceptive, par un panel de novices. Une série de couples de catégories seront caractérisées en amont afin de choisir trois couples avec des niveaux de difficulté différents, en évitant les cas triviaux. Ces catégories devront être très peu familières des participants, voire complètement inconnues. Des catégories fondées sur des cépages peu connus pourraient être utilisées, par exemple des nouveaux cépages résistants aux maladies. Il s'agit soit de variétés qui, grâce à leur résistance aux maladies cryptogamiques nécessitent 80% de moins de traitements phytosanitaires. Ces catégories de vin (Solaris, Vidoc, Floréal, Artaban...) sont totalement nouvelles sur le marché français et peuvent servir de cas d'étude dans ce projet.

D'un point de vue méthodologique j'ai prévu de m'inspirer des travaux de Lelièvre-Desmas et al. (2015) qui avaient pour but de tester dans quelle mesure une exposition répétée avec feedback permettait à un panel de consommateurs de bière non experts d'apprendre deux catégories de bière. Les auteurs ont également testé la capacité des participants à généraliser les catégories apprises à des nouveaux exemplaires.

Dans ce projet, chaque expérience d'apprentissage sera menée sur deux catégories de vin et sera divisée en trois étapes :

- La première étape consiste en une unique séance pendant laquelle les participants goutent pour la première fois une dizaine d'échantillons anonymisés de chaque catégorie à apprendre. Ils seront informés de l'existence et du nom des deux catégories cibles. Les participants doivent ensuite classer chaque échantillon dans une des deux catégories. Un feedback avec les réponses justes est fait à la fin de la séance. Seulement la moitié des vins de chaque catégorie sera présentée pendant l'étape 2 (vin appris) ; les autres seront présentés uniquement dans l'étape 3 pour vérifier la capacité des participants à généraliser leurs connaissances.
- La deuxième étape consiste en une série de séances (entre 8 et 10) pendant lesquelles les participants sont exposés à des vins des deux catégories et doivent les catégoriser comme dans la séance 1. Un feedback avec les réponses justes est donné à la fin de la séance. A chaque séance 6 vins sont présentés (trois de chaque catégorie) dont quatre ont déjà été présentés lors de la séance 1 (échantillon appris), et deux sont rencontrés pour la première fois (échantillon nouveaux). Tout au long de l'étape 2, chaque échantillon appris a été présenté trois fois et chaque échantillon nouveau une seule fois.

- La troisième étape consiste en une unique séance de vérification de l'apprentissage. Elle est identique à la séance de l'étape 1 (catégorisation de 10 vins de chaque catégorie, appris et nouveaux). La performance de l'apprentissage est mesurée par le nombre d'échantillons catégorisés correctement. A la fin de la tâche, les participants doivent réaliser un protocole verbal par rétrospection dans lequel ils expliquaient les stratégies qu'ils ont utilisées pour catégoriser les vins.

Cette méthodologie servira de base pour mes recherches sur l'apprentissage des catégories de vin. Des modifications seront apportées sur l'étape 2 en ajoutant des modalités avec différents types d'information, ou en incluant dans l'étape 3 un « vin moyen » (par mélange des vins appris) représentant le prototype (Ballester et al, 2014), ce qui permettrait d'avoir des détails supplémentaires sur la stratégie de catégorisation des sujets.

Mis à part le caractère fondamental de cette ligne de recherche, des applications dans le domaine de l'apprentissage sensoriel dans les écoles d'œnologie, sommellerie ou cuisine peuvent être envisagés. En termes de financement, il ne s'agit pas d'un projet onéreux et j'envisage donc de le financer via des financements régionaux que le CSGA obtient via la « graduate school Transbio » dans le cadre de stages de Master 2 dans un premier temps et d'une thèse par la suite.

Le deuxième projet est prévu à plus long terme et combine des questions fondamentales sur le caractère dynamique de **l'organisation des connaissances en mémoire chez les experts en vin**, avec des questions qui intéressent à la filière vin sur **l'intégration de variétés résistantes dans l'offre de vins d'AOP**. Comme on l'a vu dans la partie 2 et 3, l'organisation des concepts en mémoire à long terme n'est pas rigide mais changeant et dynamique. L'acquisition de connaissances, l'exposition a une plus grande variété d'exemples et la découverte de nouvelles catégories modifient les frontières entre catégories, les représentations mentales ainsi que leur articulation (Sauvé et Machabée, 2000). Nous avons cité dans ce manuscrit plusieurs façons d'organiser les connaissances chez les dégustateurs. Celle qui paraît la plus fréquente dans le monde du vin est l'organisation hiérarchique, mais les travaux de thèse de Carole Honoré-Chedozeaux ont montré que les experts étaient capables d'utiliser d'autres formes d'organisation en fonction de la tâche et du contexte.

Le but de ce projet serait d'étudier comment l'incorporation des vins de variétés résistantes à différentes proportions dans des assemblages (de 0% à 100) modifie les systèmes d'organisation catégorielle chez les experts en vin. Les experts d'une région donnée ont en mémoire des représentations mentales sur les différents styles de vin organisées d'une certaine façon (par exemple selon une taxonomie hiérarchique). L'idée de ce projet serait de comparer les résultats de tâches de catégorisation hiérarchique des vins de la région à l'étude, d'abord sans la présence des vins de variétés résistantes et ensuite avec la présence parmi les échantillons de ce type de vins à différents pourcentages.

En tant que cas d'étude je propose de travailler sur des vins fait à partir de variétés résistantes à la sécheresse et les fortes chaleurs. En effet, avec le réchauffement climatique, certaines régions viticoles ont vu changer leurs profils de températures et précipitations. Globalement le raisin est vendangé plus tôt, et les vins ont plus d'alcool et moins d'acidité, ce qui met en péril la typicité et la qualité de certaines catégories de vin par rapport aux attentes des consommateurs. Dans certains cas les plus extrêmes, les cépages majoritaires d'une région risquent de ne plus être adaptés dans l'avenir, ce qui peut compromettre la rentabilité des exploitations. Dans certains vignobles, les producteurs sont déjà en train de réfléchir aux réencépagements les plus pertinents afin de pérenniser la typicité et la qualité des vins de la région. Par exemple le syndicat de vins AOP Bordeaux et Bordeaux supérieur a voté en faveur de l'autorisation de variétés adaptées à des climats chauds provenant d'autres régions viticoles européennes (par exemple Touriga nacional ou Assyrtico). L'objectif est d'utiliser ces variétés dans les assemblages dans des proportions qui respectent la typicité des vins de Bordeaux.

J'ai participé en 2020 à la mise en place d'un projet sur cette thématique dans le cadre d'une collaboration avec Hervé Alexandre de l'équipe VALMIS (UMP PAM), l'Université Libanaise et le Château Kefraya sur l'étude de deux variétés Libanaises résistantes aux fortes températures (l'Asmi noir et le Aswad karech) et les comparer à des cépages français Cabernet sauvignon et Syrah. Le projet prévoyait une caractérisation agronomique des plants de vigne, une caractérisation physicochimique des vins et une caractérisation sensorielle qui était mon rôle dans ce projet. Dans cette partie sensorielle le but était d'étudier la modification de la typicité variétale des vins de Syrah et Cabernet sauvignon, mesurée par des experts français, en fonction du pourcentage d'Asmi noir ou Aswad karech ajouté dans l'assemblage. Le projet devait commencer en 2021 mais, malheureusement il a été abandonné à cause de la forte crise qui frappe le Liban depuis presque deux ans.

J'envisage de créer une nouvelle collaboration avec des structures qui travaillent déjà sur cette thématique, par exemple l'IFV ou l'ICV, afin de combiner des questions plus fondamentales sur l'organisation de connaissances chez les experts, avec des aspects plus appliqués sur l'optimisation de l'incorporation de ces « nouveaux » cépages dans les AOP françaises. Le format précis de ce projet, que je prévois à plus long terme, n'est pas encore défini mais une thèse CIFRE fait partie des possibilités envisagées.

## 5.2 AXE 2. Représentations mentales et attitudes des consommateurs vis-à-vis de catégories de vins plus sains et durables.

Le deuxième axe, à caractère plus appliqué, visera à comprendre comment les consommateurs perçoivent, conceptuellement et sensoriellement, des nouvelles catégories de produits. Cet axe se situe dans une thématique plus générale qui vise à comprendre comment les consommateurs comprennent le concept de durabilité en général et dans le domaine de l'alimentation en particulier. Je suis par ailleurs, associé à une thèse en collaboration avec l'équipe « Déterminants du comportement alimentaire au cours de la vie, relations avec la santé » sur cette thématique.



Les français interrogés associent au vin des termes très positifs, tandis que pour vin sans alcool les termes sont en majorité négatifs avec certains termes faisant appel à des situations spécifiques où ce type de produits peut être utile car la consommation de vins avec alcool doit être évitée (*femme enceinte, conduire*). Ce sondage n'est qu'exploratoire mais laisse penser que les représentations des français seront différentes à celles des suédois.

Cette ligne de recherche commencera avec un projet sur les consommateurs suédois, pour lequel une demande de financement a été déposée en Suède par mes collaborateurs de l'université d'Orebro, avec des collaborateurs de l'Université de Göteborg, Université d'Uppsala, Research Institutes of Sweden, et la société Oddbird International (<https://oddbird.com>) qui commercialise du vin sans alcool. Si le projet est financé, il démarrera décembre 2022 et durera jusqu'à novembre 2025.

Les différents volets du projet sont :

- Etude des attitudes des consommateurs et des normes sociales vis-à-vis des vins sans alcool. Evaluation d'un changement potentiel dans les attitudes. Les méthodologies appliquées seront des groupes focus et des enquêtes.
- Etude des caractéristiques sensorielles des vins sans alcool et leur impact sur leur acceptabilité par les consommateurs. Dans cette partie, nous appliquerons la méthode RATA avec profil idéal et des mesures hédoniques. Un travail approfondi sur le vocabulaire sera réalisé à l'aide d'un panel de sommeliers selon la méthode des descripteurs analogiques (Herdenstam et al 2020).

En fonction de l'évolution de ce projet, je prévois de mettre en place un projet parallèle en France, sous la forme d'une ANR pour essayer de comprendre les différences culturelles vis-à-vis du vin sans alcool. Je souhaiterais inclure une approche physicochimique pour mieux comprendre comment la désalcoolisation modifie les caractéristiques sensorielles des produits et essayer de trouver des solutions techniques pour les améliorer. Pour cela il faudra inclure en tant que partenaires des laboratoires avec des compétences en œnologie et chimie. L'inclusion dans le consortium d'une structure de production de vins sans alcool comme la société Pierre Chavin (<https://www.pierre-chavin.com>) serait un atout supplémentaire et permettrait une meilleure valorisation des résultats scientifiques dans la sphère socioéconomique.

Un deuxième projet qui vient de démarrer est centré sur l'émergence de la catégorie des vins dits « naturels » qui prend de plus en plus de place dans le marché Français et dans les pays voisins. Même si le vin a une image de « produit traditionnel et naturel », il est souvent fabriqué industriellement et contient parfois plusieurs dizaines de produits auxiliaires et additifs qui servent à améliorer ses propriétés sensorielles ou à éviter les risques de déviation. Les consommateurs, de plus en plus soucieux de leur santé et de l'environnement réclament des

vins sans résidus et respectueux de la biodiversité. Ceci peut expliquer le succès commercial des vins autoproclamés « naturels ». Bien que la plupart des pays n'aient pas de définition légale pour ce type de vins, la France reconnaît juridiquement depuis 2020 la mention « vin méthode nature » pour laquelle un cahier de charges assez strict a été proposé. Les raisins doivent être impérativement cultivés en Bio ou Biodynamie et en ce qui concerne la vinification, les levures commerciales sont interdites ainsi que l'utilisation de procédés physiques comme la stabilisation, la clarification ou la filtration. De plus, l'utilisation du SO<sub>2</sub> est très limitée. Les défenseurs du vin nature militent contre la production industrielle de vin et revendiquent que le vin nature est sensoriellement plus authentique. Paradoxalement, de tels itinéraires de production augmentent le risque de déviations organoleptiques, ce qui a généré beaucoup de controverse autour de ce type de vins. Le débat autour du vin nature touche donc à des questions éthiques mais également à des questions esthétiques.

Dans le cadre d'une collaboration avec des chercheurs en sociologie et anthropologie du CSIC en Espagne, j'ai participé à l'élaboration d'un projet pour lequel nous avons obtenu un financement par le ministère espagnol de la recherche. D'autres universités espagnoles et européennes sont également impliquées comme l'Universitat Politècnica de Catalunya, l'Université de Naples ou l'Universidade Nova de Lisboa.

Ce projet vise à étudier la catégorie des vins nature avec une approche intégrative abordant des aspects sensoriels, physicochimiques, toxicologiques, sociaux et anthropologiques. Les résultats obtenus seront utilisés dans le processus de certification des vins nature en Espagne qui aura lieu dans les années à venir.

Nous nous intéresserons aux produits eux-mêmes (caractérisations chimique et sensorielle), à leur perception par les consommateurs (enquête et consentement à payer, perception du caractère naturel à travers des étiquettes) et aux dimensions territoriales et institutionnelles liées cette catégorie de vins (approches ethnographiques sur la production de vins nature, enquêtes et entretiens avec les producteurs et les décideurs institutionnels). Personnellement je serais impliquée dans la caractérisation sensorielle et le lien avec le concept de qualité sensorielle en collaboration avec l'Université de la Rioja, ainsi que dans la partie sur la perception par les consommateurs.

L'ensemble de mes projets de recherche s'intègre dans la stratégie de recherche de mon équipe de recherche « Culture Expertise et Perception » dont j'ai la responsabilité depuis septembre 2020. Les activités de recherche de l'équipe visent à comprendre l'évolution des représentations, croyances et attitudes des consommateurs dans un contexte alimentaire mouvant. Nous avons adopté jusqu'à présent des approches issues de la psychologie cognitive et de l'évaluation sensorielle. Vu de la nature des projets de recherche à venir je pense ouvrir ces approches à d'autres disciplines comme l'anthropologie de l'alimentation afin d'accéder à des aspects des représentations difficiles à atteindre par des paradigmes de psychologie expérimentale. Dans ce sens, je suis impliqué dans un processus de recrutement d'un spécialiste en anthropologie de l'alimentation afin de donner de nouvelles compétences à mon équipe et par extension au CSGA.



## **6 Références bibliographiques**



## A

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

**Abelson, R. P.** (1981). Psychological status of the script concept. *American Psychologist*, 36(7), 715–729. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.36.7.715>.

**Abric, J. C.** (1976). *Jeux, conflits et représentations sociales*. Thèse de doctorat, Marseille Université de Provence.

**Abric, J. C., et Vergès, P.** (1994). La représentation sociale de la banque. *Etudes et recherches du Gifresh*, 26, 50.

**Abric, J. C.** (2003). La recherche du noyau central et de la zone muette des représentations sociales. In J. C. Abric (Ed.), *Méthodes d'étude des représentations sociales* (pp. 59–80). Ramonville Saint-Agne: Erès.

**Andrews, J. K., Livingston, K. R., et Kurtz, K. J.** (2011). Category learning in the context of co-presented items. *Cognitive Processing*, 12, 161–175.

**Antmann, G., Ares, G., Salvador, A. N. A., Varela, P., et Fiszman, S. M.** (2011). Exploring and explaining creaminess perception: consumers' underlying concepts. *Journal of Sensory Studies*, 26(1), 40-47. <https://doi.org/10.1111/j.1745-459X.2010.00319.x>

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

## B

**Ballester, J., Abdi, H., Langlois, J., Peyron, D., et Valentin, D.** (2009). The odor of colors: Can wine experts and novices distinguish the odors of white, red, and rosé wines?. *Chemosensory Perception*, 2(4), 203-213.

**Ballester, J., Dacremont, C., Le Fur, Y. et 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, Jacquet O.** (2014). Feminin vs. masculin: the sensorial opposition between Chambolle-Musigny and Gevrey-Chambertin wines and the socioeconomical construction of a terroir/taste wine paradigm. Actes du Xth International Terroir Congress 7-10 July 2014 Tokaj, Hungary.

**Ballester, J., Mihnea, M., Peyron, D., et Valentin, D.** (2013). Exploring minerality of Burgundy Chardonnay wines: a sensory approach with wine experts and trained panellists. *Australian journal of grape and wine research*, 19(2), 140-152. <https://doi.org/10.1111/ajgw.12024>

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

**Baroň, M., et Fiala, J.** (2012). Chasing after minerality, relationship to yeasts nutritional stress and succinic acid production. *Czech Journal of Food Sciences*, 30(2), 188-193.

**Barsalou, L.W.** (1983). Ad hoc categories. *Memory et 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.

**Bell, G. A., et Paton, J. E.** (2000). Verbal-cognitive strategy can influence odor judgement. *Aromachology*, 9, 3–9.

**Bende, M., et Nordin, S.** (1997). Perceptual learning in olfaction: professional wine tasters versus controls. *Physiology et Behavior*, 62(5), 1065–1070.

**Berg, Filipello, Hinreiner et Webb** (1955)

**Biederman I, Shiffrar MM.** (1987) Sexing dayold chicks: a case study and expert systems 298 ERICSSON et LEHMANN Annu. Rev. Psychol. 1996.47:273-305

**Binet, A.** (1894). *Psychologie des grands calculateurs et des joueurs d'échecs*. Paris: L'Harmattan.

**Biss, A. J., et Ellis, R.** (2021). Modelling Chablis vintage quality in response to inter-annual variation in weather. *OENO One*, 55(3), 209-228. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2021.55.3.4709>

**Blair, M., Homa, D.** (2003). As easy to memorize as they are to classify: The 5–4 categories and the category advantage. *Memory et Cognition* 31, 1293–1301 <https://doi.org/10.3758/BF03195812>

**Boiling, C.** (2020) Minerality: IWC judges' view, *Canopy Magazine* (consulté le 04/09/2022). <https://www.internationalwinechallenge.com/Canopy-Articles/minerality-iwc-judges-view.html>

**Bower, G. H., Black, J. B., et Turner, T. J.** (1979). Scripts in memory for text. *Cognitive Psychology*, 11, 177–220. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(79\)90009-4](https://doi.org/10.1016/0010-0285(79)90009-4).

**Brochet, F. et Morrot, G.** (1999) Influence du contexte sur la perception du vin implications cognitives et méthodologiques. Influence of the context on the perception of wine cognitive and methodological implications. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 1999, 33, n°4, 187-192

**Brochet, F. et 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. et Austin, G.A.** (1956). *A study of thinking*. New York: Wiley.

## C

**Cadot Y, Caillé S, Thiollet-Scholtus M, Samson A, Barbeau G and Cheynier V,** 2012. Characterisation of typicality for wines related to terroir by conceptual and by perceptual representations. An application to red wines from the Loire Valley. *Food Qual Prefer* 24:48–58.

**Campo, E., Ballester, J., Langlois, J., Dacremont, C., et Valentin, D.** (2010). Comparison of conventional descriptive analysis and a citation frequency-based descriptive method for odor profiling: An application to Burgundy Pinot noir wines. *Food quality and preference*, 21(1), 44-55.

**Casamayor, P.** (1998) L'école de la dégustation. Le vin en 100 leçons. (Hachette pratique éditions: Paris, France).

**Chase, W. G., et Simon, H. A.** (1973a). The mind's eye in chess. In *Visual information processing* (pp. 215-281). Academic Press.

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

**Chatelet, B. et Goulet, E.** (2022). Positionnement sensoriel des variétés résistantes et typicité régionale. *Colloque EUROVITI 2022 Les variétés de vigne résistantes au mildiou et à l'oïdium*, 16 mars, Angers.

**Chi, M. T., et Koeske, R. D.** (1983). Network representation of a child's dinosaur knowledge. *Developmental Psychology*, 19(1), 29–39. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.19.1.29>

**Chollet, S., et Valentin, D.** (2000). Le degré d'expertise a-t-il une influence sur la perception olfactive ? Quelques éléments de réponse dans le domaine du vin. *L'année psychologique*, 100(1), 11–36. <https://doi.org/10.3406/psy.2000.28625>

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

**Coutier, M.** (2007) Dictionnaire de la langue du vin (Cnrs éditions: Paris, France).

**Coutier, M. et Marchand, J. P.**(2011) Petit manuel du goûteur de vin. Ed. F.C. Vesoul (Culture et Patrimoine : Vesoul, France)

## D

**Dacremont, C.** (1992). *Contribution à la caractérisation de trois descripteurs de texture : croustillant, craquant et croquant par des approches acoustiques et sensorielles*. Thèse de doctorat, ENSBANA, Université de Bourgogne, Dijon, France

**Dacremont, C.** (1995). Spectral composition of eating sounds generated by crispy, crunchy and crackly foods. *Journal of texture studies*, 26(1), 27-43.

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

**Didierjean, A., Ferrari, V., et Cauzinille-Marmèche, E.** (2004). L'expertise cognitive au jeu d'échecs: quoi de neuf depuis De Groot (1946)? *L'année psychologique*, 104(4), 771-793.

**Dravnieks, A., Bock, F. C., Powers, J. J., Tibbetts, M., et Ford, M.** (1978). Comparison of odors directly and through profiling. *Chemical Senses*, 3(2), 191-225.

## E

**Ericsson, K Anders, Krampe, R. T., et Tesch-Römer, C.** (1993). The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychological Review*, *100*(3), 363–406.

**Ericsson, K. A., et Smith, J.** (Eds.). (1991). *Toward a general theory of expertise: Prospects and limits*. Cambridge University Press.

## F

**Franco-Luesma, E., Sáenz-Navajas, M. P., Valentin, D., Ballester, J., Rodrigues, H., et Ferreira, V.** (2016). Study of the effect of H<sub>2</sub>S, MeSH and DMS on the sensory profile of wine model solutions by Rate-All-That-Apply (RATA). *Food Research International*, *87*, 152-160. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.07.004>

**Franco-Luesma, E., Honoré-Chedozeau, C., Ballester, J., & Valentin, D.** (2019). Oxidation in wine: Does expertise influence the perception?. *LWT*, *116*, 108511. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108511>

## G

**Garrido-Bañuelos, G., Ballester, J., Buica, A., et Mihnea, M.** (2020). Exploring the typicality, sensory space, and chemical composition of swedish solaris wines. *Foods*, *9*(8), 1107.

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

**Gelman, S. A., et Legare, C. H.** (2011). Concepts and folk theories. *Annual review of anthropology*, *40*, 379.

**Gibson, E. J.** (1969). *Principles of perceptual learning and development*. Appleton-Century-Crofts.

**Gleitman, L. R., Armstrong, S. L., Gleitman, H.** 1983 *New Trends in Conceptual Representation: Challenges To Piaget's Theory*, Chap 4 On doubting the concept of “concept”. P 87 publié par Ellin Kofsky Scholnick Edition Psychology Press, 13 mai 2013 - 304 pages

**Gobet, F.** (2011). *Psychologie du talent et de l'expertise*. De Boeck Supérieur.

**Gobet, F., et Simon, H. A.** (1996). Templates in chess memory: A mechanism for recalling several boards. *Cognitive psychology*, *31*(1), 1-40.

**Goldstone, R. L.** (1998). Perceptual Learning. *Annual Review of Psychology*, *49*(1), 585–612. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.49.1.585>

**Griswold, M. G., Fullman, N., Hawley, C., Arian, N., Zimsen, S. R., Tymeson, H. D., ... et Farioli, A.** (2018). Alcohol use and burden for 195 countries and territories, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *The Lancet*, *392*(10152), 1015-1035.

## H

**Harrar, V., Spence, C., et Makin, T. R.** (2014). Topographic generalization of tactile perceptual learning. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 40(1), 15.

**Herdenstam, A. P., Nilsen, A. N., et Öström, Å.** (2020). Breaking the silence: A pilot study investigating communication skills of sommeliers and chefs after analogical training. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 20, 100210.

**Heymann, H., Hopfer, H., et Bershaw, D.** (2014). An exploration of the perception of minerality in white wines by projective mapping and descriptive analysis. *Journal of Sensory Studies*, 29(1), 1-13.

**Holley A.** (2002) Cognitive aspects of olfaction in perfumer practice. Rouby, C., Schaal, B., Dubois, D., Gervais, R., et Holley, A. (Eds.). (2002). *Olfaction, taste, and cognition*. Cambridge University Press. p. 16-26

**Honoré-Chedozeau, C., Desmas, M., Ballester, J., Parr, W. V., et Chollet, S.** (2019). Representation of wine and beer: influence of expertise. *Current Opinion in Food Science*, 27, 104-114.

**Honoré-Chedozeau, C., Chollet, S., Lelièvre-Desmas, M., Ballester, J., et Valentin, D.** (2020). From perceptual to conceptual categorization of wines: What is the effect of expertise? *Food Quality and Preference*, 80. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2019.103806>

**Hughson, A. L.** (2003). *Cork and talk: The cognitive and perceptual bases of wine expertise*. Thèse de doctorat. University of Sydney (Australia)

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

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

## I

**INAO** (2010a) Cahier des charges de l'appellation d'origine contrôlée « Chambolle-Musigny » Version n° 2.2 du 17/09/2010. <https://extranet.inao.gouv.fr/fichier/PNOCDC-Chambolle-Musigny.pdf>

**INAO** (2010b) Cahier des charges de l'appellation d'origine contrôlée « Gevrey-Chambertin » Version n° 2.2 du 20/10/2010. <https://extranet.inao.gouv.fr/fichier/PNOCDGevreyChambertin.pdf>

**IWSR** (2022) No and Low: More Than a Trend. No- and Low-Alcohol Strategic Study 2022. *International Wines and Spirits Record*

## J

**Jackson, R. S.** (2016). *Wine tasting: a professional handbook*. Academic Press.

**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.

**Jodelet, D.** (1989). *Les représentations sociales*. Paris: Presses Universitaires de France, 31-61.

**Josephson, D. B.** (1991). Seafood. In H. Maarse (Ed.) *Volatile compounds in foods and beverages* (pp. 179–202). (1st ed.). New York: Marcel Dekker Inc. p 179-197.

## K

**Krol, N.P., De Bruyn, E.E. et 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.

**Laguna, L., Álvarez, M. D., Simone, E., Moreno-Arribas, M. V., et Bartolomé, B.** (2019). Oral wine texture perception and its correlation with instrumental texture features of wine-saliva mixtures. *Foods*, 8(6), 190. <https://doi.org/10.3390/foods8060190>

**Lawless, H. T.** (1984). Flavor description of white wine by 'expert' and nonexpert wine consumers. *Journal of Food Science*, 49(1), 120–123.

**Lebart, L., Piron, M., et Morineau, A.** (2006). *Statistique exploratoire multidimensionnelle : Visualisation et inférence en fouille de données* (4e ed.). Paris: Dunod.

**Le Fur, Y., et Gautier, L.** (2013). De la minéralité dans les rosés. *Revue française d'œnologie*, 260, 40-43.

**Lelièvre-Desmas, M. Chollet, S. Abdi, H. Valentin, D.** (2015) Becoming a beer expert: Is simple exposure with feedback sufficient to learn beer categories? *Acta Psychologica*, 161 , pp. 95-103

**Leriche, C., Molinier, C., Caillé, S., Razungles, A., Symoneaux, R., Coulon-Leroy, C.** (2020). Development of a methodology to study typicality of PDO wines with professionals of the wine sector. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. doi:10.1002/jsfa.10428

**Lin, E. L., et Murphy, G. L.** (2001). Thematic relations in adults' concepts. *Journal of experimental psychology: General*, 130(1), 3.

**Llobodanin, L. G., Barroso, L. P., et Castro, I. A.,** (2014). Sensory characterization of young south american red wines classified by varietal and origin: typicality of south american red wines. *Journal of Food Science*, 79(8), S1595–S1603.

**Loscos, N., Hernandez-Orte, P., Cacho, J., et Ferreira, V.** (2007). Release and formation of varietal aroma compounds during alcoholic fermentation from nonfloral grape odorless flavor precursors fractions. *Journal of agricultural and food chemistry*, 55(16), 6674-6684.

**Maltman, A.** (2013). Minerality in wine: a geological perspective. *Journal of Wine Research*, 24(3), 169-181. <https://doi.org/10.1080/09571264.2013.793176>

## M

**Markman, E. M.** (1989). *Categorization and naming in children: Problems of induction*. MIT Press.

**Martindale, J.** (2021) The evolving language of minerality in wine tasting: a case study of Decanter tasting notes 1976-2019. Research paper, Institute of Masters of Wine

**McCloskey, M.E., Glucksberg, S.** (1978). Natural categories: Well defined or fuzzy sets?. *Memory and Cognition* 6, 462–472 (1978). <https://doi.org/10.3758/BF03197480>

**Medel, M., Viala, D., Meillon, S., Urbano, C., et Schlich, P.** (2009, July). A questionnaire for assessing the perceived complexity of wine: Application to the study of the effect of expertise on perception of wine complexity. In 8th Pangborn Sensory science Symposium Florence, Italy (pp. 26-30).

**Medin, D. L.** (1989). Concepts and conceptual structure. *American Psychologist*, 44(12), 1469–1481. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.44.12.1469> P

**Medin, D. L., Lynch, E. B., Coley, J. D., et Atran, S.** (1997). Categorization and reasoning among tree experts: Do all roads lead to Rome? *Cognitive Psychology*, 32(1), 49–96. <https://doi.org/10.1006/cogp.1997.0645>

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

**Medin, D. L., et Ross, B. H.** (1989). The specific character of abstract thought: Categorization, problem solving, and induction. In R. J. Sternberg (Ed.), *Advances in the psychology of human intelligence*, Vol. 5, pp. 189–223). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

**Meillon, S., Viala, D., Medel, M., Urbano, C., Guillot, G., et Schlich, P.** (2010). Impact of partial alcohol reduction in Syrah wine on perceived complexity and temporality of sensations and link with preference. *Food Quality and Preference*, 21(7), 732-740.

**Melcher, J. M., et Schooler, J. W.** (1996). The misremembrance of wines past: Verbal and perceptual expertise differentially mediate verbal overshadowing of taste memory. *Journal of memory and language*, 35(2), 231-245.

**Miller, G.A.** (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63, 81–97

**Moisseeff, M. and Casamayor, P.** (2002) *Les arômes du vin* (Hachette Pratique : Paris, France).

**Morelot, D.** (1831). *La vigne et le vin en Côte-d’Or*. Clea. Paris.

**Morrot, G., Brochet, F. et Dubourdieu, D.** (2001). The colors of odors. *Brain and Language*, 79: 309-320.

**Mouret, M., Monaco, G. L., Urdapilleta, I., et Parr, W. V.** (2013). Social representations of wine and culture: A comparison between France and New Zealand. *Food Quality and Preference*, 30(2), 102-107.

**Murphy L.G.** (2010) What are categories and concepts? In D. Mareschal, P. C. Quinn, et S. E. G. Lea (Eds.), *The making of human concepts* (pp. 11–28). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199549221.003.02>

## 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

**Otheguy, M., Honoré-Chedozeau, C., & Valentin, D.** (2021). Do wine experts share the same mental representation? A drawing elicitation study with wine makers, sellers, and critics. *Food Quality and Preference*, 94, 104302. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2021.104302>

## P

**Paivio, A.** (1986). *Mental representation: A dual coding approach*. New York: Oxford University Press.

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

**Parr, W. V., Ballester, J., Peyron, D., Grose, C., et Valentin, D.** (2015). Perceived minerality in Sauvignon wines: Influence of culture and perception mode. *Food Quality and Preference*, 41, 121-132.

**Parr, W. V., Geoffrey White, K., et Heatherbell, D. A.** (2003). The nose knows: Influence of colour on perception of wine aroma. *Journal of wine research*, 14(2-3), 79-101.

**Parr, W. V., Green, J. A., White, K. G., et Sherlock, R. R.** (2007). The distinctive flavour of New Zealand Sauvignon blanc: Sensory characterisation by wine professionals. *Food Quality and Preference*, 18(6), 849–861. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2007.02.001>

**Parr, W. V., Heatherbell, D. A., et White, K. G.** (2002). Demystifying Wine Expertise: Olfactory Threshold, Perceptual Skill and Semantic Memory in Expert and Novice Wine Judges. *Chemical Senses*, 27(8), 747–755. <https://doi.org/10.1093/chemse/27.8.747>

**Parr, W.V., Mouret, M., Blackmore, S., Pelquest-Hunt, T. and Urdapilleta, I.** (2011) Representation of complexity in wine: influence of expertise. *Food Quality and Preference* 22, 647– 660.

**Parr, W. V., Valentin, D., Green, J. A., et Dacremont, C.** (2010). Evaluation of French and New Zealand Sauvignon wines by experienced French wine assessors. *Food quality and preference*, 21(1), 56-64.

**Parr, W. V., Valentin, D., Breitmeyer, J., Peyron, D., Darriet, P., Sherlock, R., Robinson, B., Grose, C., et Ballester, J.** (2016). Perceived minerality in sauvignon blanc wine: Chemical reality or cultural construct? *Food Research International*, 87, 168-179.

**Parr, W.V., White, K.G. and Heatherbell, D.** (2004) Exploring the nature of wine expertise: what underlies wine experts' olfactory recognition memory advantage? *Food Quality and Preference* 15, 411– 420.

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

**Perrin L.** (2008). Contribution méthodologique à l'analyse sensorielle sur le vin. Thèse de doctorat, Agrocampus Ouest Rennes.

**Peynaud, É., et Blouin, J.** (2013). *Le goût du vin-5e éd: Le grand livre de la dégustation*. Dunod.

**Picard, M.** (2015). Recherches sur le bouquet de vieillissement des vins rouges de Bordeaux: Etudes sensorielle et moléculaire d'un concept olfactif complexe. Université de Bordeaux, 2015. Français.

**Picard, M., Tempère, S., De Revel, G., et Marchand, S.** (2015). A sensory study of the ageing bouquet of red Bordeaux wines: A three-step approach for exploring a complex olfactory concept. *Food Quality and Preference*, 42, 110-122.

**Pickering, G. J., Karthik, A., Inglis, D., Sears, M., et Ker, K.** (2007). Determination of ortho-and retronasal detection thresholds for 2-isopropyl-3-methoxypyrazine in wine. *Journal of food science*, 72(7), S468-S472. doi: 10.1111/j.1750-3841.2007.00439.x

**Poggio, T., Fahle, M., et Edelman, S.** (1992). Fast perceptual learning in visual hyperacuity. *Science*, 256(5059), 1018-1021. DOI: 10.1037/a0033200

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

**Poupon, D., Fernandez, P., et Frasnelli, J.** (2019). Sommelier students display superior abilities to identify but not to detect or discriminate odors early in their training. *Chemosensory Perception*, 12(2), 106-114.

## R

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

**Ratneshwar, S., Barsalou, L. W., Pechmann, C., et Moore, M.** (2001). Goal-Derived Categories: The Role of Personal and Situational Goals in Category Representations. *Journal of Consumer Psychology*, 10(3), 147–157.  
[https://doi.org/10.1207/s15327663jcp1003\\_3](https://doi.org/10.1207/s15327663jcp1003_3)

**Reinert, M.** (1986). Un logiciel d'analyse lexicale. Les cahiers de l'analyse des données, Tome 11(4), 471–481.

**Rodrigues, H., Ballester, J., Saenz-Navajas, M. P., et Valentin, D.** (2015). Structural approach of social representation: Application to the concept of wine minerality in experts and consumers. *Food Quality and Preference*, 46, 166-172. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2015.07.019>

**Rodrigues, H., Sáenz-Navajas, M. P., Franco-Luesma, E., Valentin, D., Fernández-Zurbano, P., Ferreira, V., De la Fuente-Blanco, A., et Ballester, J.** (2017). Sensory and chemical drivers of wine minerality aroma: An application to Chablis wines. *Food chemistry*, 230, 553-562. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.03.036>

**Rodrigues, H., Valentin, D., Otheguy, M., et Ballester, J.** (2022). How to make a mineral wine? Relationship between production type in the Chablis vineyard and the search for a mineral wine style. *OENO One*, 56(2), 29-45. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2022.56.2.4856>

**Roth, E. M., et Shoben, E. J.** (1983). The effect of context on the structure of categories. *Cognitive psychology*, 15(3), 346-378.

**Rosch, E.** (1975). Cognitive reference points. *Cognitive psychology*, 7(4), 532-547.

**Rosch, E.** (1978). Principles of Categorization. *Cognition and Categorization*, 27–48.

**Rosch, E. et 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. et Boyes-Braems, P.** (1976). Basic objects in natural categories. *Cognitive Psychology*, 8: 382-439.

**Ross, B. H., et Murphy, G. L.** (1999). Food for Thought: Cross-Classification and Category Organization in a complex Real-World Domain. *Cognitive Psychology*, 38(4), 495–553. <https://doi.org/10.1006/cogp.1998.0712>

**Roudaut, G., Dacremont, C., Pàmies, B. V., Colas, B., et Le Meste, M.** (2002). Crispness: a critical review on sensory and material science approaches. *Trends in food science et technology*, 13(6-7), 217-227.

## S

**Sáenz-Navajas, M. P., Arias-Pérez, I., Ferrero-Del-Teso, S., Escudero, A., Ferreira, V., Fernández-Zurbano, P., et Valentin, D.** (2021). Access to wine experts' long-term memory to decipher an ill-defined sensory concept: the case of green red wine. *OENO One*, 55(1), 69-79.

**Sáenz-Navajas, M. P., Arias, I., Ferrero-del-Teso, S., Fernández-Zurbano, P., Escudero, A., et Ferreira, V.** (2018). Chemo-sensory approach for the identification of chemical compounds driving green character in red wines. *Food Research International*, 109, 138-148.

**Sáenz-Navajas, M. P., Avizcuri, J. M., Ballester, J., Fernández-Zurbano, P., Ferreira, V., Peyron, D., et Valentin, D.** (2015). Sensory-active compounds influencing wine experts' and consumers' perception of red wine intrinsic quality. *LWT-Food Science and Technology*, 60(1), 400-411

**San-Juan, F., Ferreira, V., Cacho, J., et Escudero, A.** (2011). Quality and aromatic sensory descriptors (mainly fresh and dry fruit character) of Spanish red wines can be predicted from their aroma-active chemical composition. *Journal of agricultural and Food Chemistry*, 59(14), 7916-7924.

**Sauvageot, F., Urdapilleta, I., et Peyron, D.** (2006). Within and between variations of texts elicited from nine wine experts. *Food Quality and Preference*, 17(6), 429–444.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2005.05.007>

**Sauvé, L., et Machabée, L.** (2000). La représentation : Point focal de l'apprentissage. In *Éducation relative à l'environnement : Regards-recherches-Reflexion* (Vol. 2, p. 183-194). [https://archipel.uqam.ca/7216/1/EREV02\\_III\\_183.pdf](https://archipel.uqam.ca/7216/1/EREV02_III_183.pdf)

**Schlich, P., Medel Maraboli, M., Urbano, C., et Parr, W. V.** (2015). Perceived complexity in Sauvignon Blanc wines: influence of domain-specific expertise. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 21(2), 168-178.

**Shapiro, P. N., et Penrod, S.** (1986). Meta-analysis of facial identification studies. *Psychological bulletin*, 100(2), 139.

**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 et 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.

**Starkenmann, C., Chappuis, C. J. F., Niclass, Y., et Deneulin, P.** (2016). Identification of hydrogen disulfanes and hydrogen trisulfanes in H<sub>2</sub>S bottle, in flint, and in dry mineral white wine. *Journal of agricultural and food chemistry*, 64(47), 9033-9040.

**Stockwell, T., Zhao, J., Panwar, S., Roemer, A., Naimi, T., et Chikritzhs, T.** (2016). Do “moderate” drinkers have reduced mortality risk? A systematic review and meta-analysis of alcohol consumption and all-cause mortality. *Journal of studies on alcohol and drugs*, 77(2), 185-198.

## T

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

**Tempere, S, Cuzange, E., Malak, J., Bougeant, J. C., de Revel, G., et Sicard, G.** (2011). The Training Level of Experts Influences their Detection Thresholds for Key Wine Compounds. *Chemosensory Perception*, 4(3), 99–115.  
<https://doi.org/10.1007/s12078-011-9090-8>

**Tempere, S., Cuzange, E., Bougeant, J.C., de Revel, G. Sicard, G.** (2012) Explicit sensory training improves the olfactory sensitivity of wine experts  
*Chemosensory Perception*, 5 (2012), pp. 205-213

**Tempere, S., Hamtat, M.L., Bougeant, J.C., de Revel, G., Meyer, V. and Sicard, G.** (2014) Learning odours: the impact of visual and olfactory mental imagery training on odor perception. *Journal of Sensory Studies* **29**, 435–449.

**Tempere, S., Hamtat, M.-L., de Revel, G., et Sicard, G.** (2016). Comparison of the ability of wine experts and novices to identify odorant signals: a new insight in wine expertise. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, *22*(2), 190–196.  
<https://doi.org/10.1111/ajgw.12192>

**Tominaga, T., Furrer, A., Henry, R., et Dubourdieu, D.** (1998). Identification of new volatile thiols in the aroma of *Vitis vinifera* L. var. Sauvignon blanc wines. *Flavour and Fragrance Journal*, *13*(3), 159–162.

**Tominaga, T., Guimbertau, G., et Dubourdieu, D.** (2003). Contribution of benzenemethanethiol to smoky aroma of certain *Vitis vinifera* L. wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *51*, 1373–1376.

**Tournier, C., Martin, C., Guichard, E., Issanchou, S., et Sulmont-Rossé, C.** (2007). Contribution to the understanding of consumers' creaminess concept: A sensory and a verbal approach. *International Dairy Journal*, *17*(5), 555–564.

**Tversky, A.** (1977). Features of similarity. *Psychological Review*, *84*(4), 327–352.

## V

**Valentin D, Chollet S, Abdi H** (2003) Les mots du vin : experts et novices diffèrent-ils quand ils décrivent des vins? *Corpus*.(2) p ; 1-14

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

**Van Casteren, C.** (2012) Un terme très tendance. In Proceedings of the Lallemand tour 'Les Minéraux et le vin', Nîmes/Mâcon/Chinon/Bordeaux, France, 17–20 January 2012.

**Vergès, P.** (1992). L'évocation de l'argent: une méthode pour la définition du noyau central d'une représentation. *Bulletin de psychologie*, *45*(405), 203–209.

## W

**Waxman, S. R., et Gelman, S. A.** (2010). Different kinds of concepts and different kinds of words: What words do for human cognition. In D. Mareschal, P. C. Quinn, & S. E. G. Lea (Eds.), *The making of human concepts* (pp. 99–129). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199549221.003.06>

**Wine Intelligence,** (2020) Sweden wine Landscapes. <https://www.wineintelligence.com/downloads/sweden-wine-landscapes-2020/>

**Winkielman, P., Halberstadt, J., Fazendeiro, T. et Catty, S.** (2006). Prototypes are attractive because they are easy on the mind. *Psychological Science*, 17, 799–806.

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

## Z

**Zhang, Y.-X., Moore, D. R., Guiraud, J., Molloy, K., Yan, T.-T., et Amitay, S.** (2016). Auditory Discrimination Learning: Role of Working Memory. *PLOS ONE*, 11 (1), e0147320. <https://doi:10.1371/journal.pone.0147320>