



”Minéralité des vins : parlons-en !” : la conceptualisation d’un descripteur sensoriel mal défini

Heber Rodrigue Silva

► To cite this version:

Heber Rodrigue Silva. ”Minéralité des vins : parlons-en !” : la conceptualisation d’un descripteur sensoriel mal défini. Alimentation et Nutrition. Université de Bourgogne, 2016. Français. NNT : 2016DIJOS044 . tel-01661322v2

HAL Id: tel-01661322

<https://theses.hal.science/tel-01661322v2>

Submitted on 11 Dec 2017

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.

Université de Bourgogne

Thèse de Doctorat – Sciences de l'Alimentation



« **Minéralité des vins : Parlons-en !** »

La conceptualisation d'un descripteur sensoriel mal défini

Soutenue par

Heber Rodrigues Silva

Dirigée par

Dominique VALENTIN

Jordi BALLESTER

UNIVERSITÉ DE BOURGOGNE

ÉCOLE DOCTORALE ENVIRONNEMENT – SANTÉ

THÈSE DE DOCTORAT

Pour obtenir le grade de

Docteur de l'Université de Bourgogne

Sciences de l'Alimentation

Présentée par

Heber Rodrigues Silva

« Minéralité des vins : Parlons-en ! »

La conceptualisation d'un descripteur sensoriel mal défini

Soutenue publiquement le 19 octobre 2016, au Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation à Dijon, France, devant le jury composé de :

M. Barry **SMITH**

Pr. University of London - United Kingdom

Rapporteur

M. Antônio César **FERREIRA**

**Pr. University of Stellenbosch – South Africa
et Universidade Católica Portuguesa – Portugal**

Rapporteur

Mme. Edith **SALÈS-WUILLEMIN**

Pr. Université de Bourgogne - France

Présidente du jury

Mme. Stéphanie **MARCHAND**

Dr. Université de Bordeaux - France

Examinatrice

Mme. Dominique **VALENTIN**

Dr. CSGA, Agrosup, Dijon - France

Directrice de Thèse

M. Jordi **BALLESTER**

Dr. CSGA, IUVV, Dijon - France

Co-encadrant



THÈSE DE DOCTORAT

« **Minéralité des vins : Parlons-en !** »

La conceptualisation d'un descripteur sensoriel mal défini

Soutenue par

Heber Rodrigues Silva

Dirigée par

Mme. Dominique VALENTIN

M. Jordi BALLESTER

2016

*À meus pais e avós,
Pela anedota do sonho, do esforço e da humildade*

Remerciements

« Produire une thèse c'est un travail purement sensoriel : Il en a des cerveaux qui travaillent en pure syntonie pour la découverte, des regards qui adoucissent la fatigue, des oreilles qui nous écoutent et des voix qui nous assurent »

A mes encadrants

Dans un premier temps, je voudrais remercier ma directrice de thèse, **Dominique Valentin**, de m'avoir accepté comme son doctorant. Je te remercie premièrement Dominique de m'avoir confié l'honneur de travailler avec la minéralité des vins. Je te remercie également pour tout l'apprentissage que tu m'as prodigué pendant ces quatre ans de thèse. Merci pour la découverte de la psychologie sociale qui aujourd'hui est devenu mon point majeur d'intérêt dans la recherche. Je te remercie également de m'avoir laissé créer mes propres ailes et voler dans le ciel de la créativité dans tous les moments de ma thèse mais toujours en sachant me « récupérer » par la réalité. Merci pour cet exemple de professionnalisme, pédagogie, pour ton enthousiasme quotidien et aussi pour avoir toujours eu la confiance en moi. Je suis très honoré de savoir que nos collaborations continueront, même de loin, moi depuis le Brésil et toi ici en France et que je serais un de plus parmi tes doctorants qui tu continues à travailler !

Je voudrais également remercier mon co-directeur de thèse, **Jordi Ballester**. Merci beaucoup pour ton aide pendant ces quatre ans de thèse. Surtout pour les enseignements statistiques et pour partager avec moi ton expérience précieuse avec la minéralité. J'ai toujours entendu que tu étais un très bon enseignant ! Et j'ai eu la chance de confirmer cela lors de tes conseils et réflexions « senso-chimiques » dans ma période de rédaction de thèse ! Merci beaucoup !

Un grand merci à ma « co-directrice-extra-officielle » **María Pilar Sáenz-Navajas** ! ¿Qué sería de mi thesis sin tu ayuda María? Tus consejos y nuestras reuniones "minerales" basadas en la curiosidad científica? Muchísimas gracias por tu apoyo eno-químico y personal y por tu ejemplo. Por permitirme trabajar con ustedes en Logroño y Zaragoza y conocer un poquito de la cultura científica española y deste lindo pays. ¡Qué lindo que nuestras colaboraciones continuarán! Muchas gracias por tu amistad y por tus maneras siempre muy correctas!

I would like to thank the great lady of the minerality, Madam **Wendy Parr**. My Dear Wendy, I would like to say what a great honor I had, having you in my thesis committee. You have contributed a lot in my research. Always with great guidance and enthusiasm. You've been looking up for me despite the distance between France and New Zealand. I would like to thank you for your trust and your kind manors. Finally, I am thanking you for your friendship. I hope sincerely keep learning and working by your side in the future. Thank you again for these great moments. Thank you Wendy.

Une pensée à nos collaborateurs qui nous ont permit de traverser les frontières chimiques de la minéralité ! Muchas gracias à Don **Vicente Ferreira** (Universidad de Zaragoza) y Doña **Purificación Fernandez-Zurbano** (Universidad de Logroño) por haberen trabajado en este desafío mineral. Muchas gracias también al camarada **Ernesto Franco-Luesma**, gran especialista de la reducción de vinos y con quien tuve la suerte de trabajar y que se ha convertido en un gran amigo. Muchas gracias igualmente à **Mónica Bueno**, por los buenos momentos compartidos en la Universidad de Zaragoza, la amistad y por haberme descubierto esta linda ciudad!

Impossible de clôturer la session « encadrement » sans remercier mon comité de thèse formé par **Dominique, Jordi, Wendy, Hervé Alexandre** et **Maria** ! Merci d'avoir partagé avec moi vos connaissances scientifiques !

Un jury vraiment diversifié comme la minéralité ! Philosophe, chimiste, psychologue social. Merci aux membres du jury, les rapporteurs Monsieur **Barry Smith** et Monsieur **Antonio César Ferreira** d'avoir accepté d'évaluer ma thèse ! Merci également à Madame **Edith Salès-Wuillemin** d'avoir accepté d'être examinatrice et de m'avoir offert tellement de connaissances depuis quelques temps ! J'espère que nous allons collaborer dans le futur ! Et merci finalement à Madame **Stéphanie Marchand** d'avoir accepté de venir à Dijon pour examiner ma thèse ! Merci beaucoup à vous tous !

Merci au gouvernement Brésilien, Centro Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) et ao programa « Ciência sem Fronteiras » por terem concedido minha bolsa de doutorado!

Merci au Conseil Régional de Bourgogne et BIVB pour le financement et aux producteurs des vins de Chablis pour leurs participations à mes études.

Merci aux encadrants et enseignants du Brésil qui m'ont formé: **Carlos Daudt, Neidi Penna** et **Neila Richards**. De l'Uruguay : **Milka Ferrer** et **Gustavo Gonzalez-Neves**. Et en France : **Alain Samson** et **Hernan Ojeda**.

Au Centre de Sciences du Goût et de l'Alimentation

Premièrement, j'ai voulu remercier Monsieur **Luc Pénicaud**, Président du CSGA, de m'avoir tellement bien accueilli au sein de ce magnifique centre de recherche scientifique.

Un grand merci à **Olivier Lalouette** et à toutes nos très sympathiques et aimables dames du secrétariat : **Christine, Patricia, Daniella, Véro, Fabienne** et **Sabine**. Merci beaucoup **Anne Le Franc** pour ta bonne humeur et ton amabilité toujours si saillante ! Comment oublier nos deux personnages de choc **Cédric Serrano** et **Mitch**. Merci beaucoup les gars pour votre humeur toujours si accueillante ! Merci beaucoup également à **Bruno Patris** pour tes bons conseils concernant les représentations sociales et ta disponibilité ! Un grand merci aux collègues et à mes amis **Chloé Chrétien, Romain Patru, Xavier Brenachot, Hannah, Caroline Peltier, Sandra Wagner** et **Arnaud Thomas**.

Dans le contexte du CSGA, j'aimerais remercier la personne qui a ouvert les portes de ce centre pour moi, Monsieur **Pascal Schlich**. Merci beaucoup Pascal de m'avoir présenté à Dominique, qui est devenue ma directrice de thèse ! Je te remercie énormément pour ton attention. Toutes mes amitiés !

J'aimerais également remercier la bonne ambiance de ce Centre de Recherche... Notamment **Stéphanie Chambaron, Sandrine Monnery, Anne Marie Le Bon, Caroline Laval, Frédérique Datiche, Valérie, Christine Lange, Sylviane Martin** et **Arnaud Leuleu**.

Un grand merci aussi aux membres de l'équipe 9 - Culture, expertise et perception. Merci **Gaëlle Arvisenet** pour être à mon écoute et mon amie, merci **Catherine Dacremont** pour ta bonne humeur, merci **Alexia Jauniau** et **Perrine** pour ces bons moments partagés ! Merci **Dominique Peyron** pour toutes tes précieuses connaissances que tu as partagées avec moi et ton amabilité. Merci **Méven** et **Anne Sophie** (les stagiaires minéraux) pour votre enthousiasme avec la thématique et votre précieuse aide et bonne convivialité !

Un grand merci à **Monique Jouanno** ! Monique qui a été mon « porto seguro » dans l'équipe ! Qui m'a aidé avec mes transcriptions, qui est devenue ma confidente et qui a toujours su montrer l'exemple de courage, de force et de détermination ! Merci pour ta passion pour la recherche et saches que je ne vais jamais oublier toute l'aide que tu m'as donné Monique ! Profites de ta retraite pour que tu puisses vivre la belle vie que tu mérites !

Enfin, j'aimerais adresser mes sincères remerciements à tous ceux qui sont passés par le bureau des doctorants depuis mon arrivée ici. En ce moment de rédaction, je suis tout seul dans notre bureau, c'est le prix qu'on paye quand on est le dernier à partir non ? Je voudrais remercier l'accueil qui j'ai eu lors de mon arrivée. Merci beaucoup à **Carole Sester, Syrina Al Ain, Hélène Loos, Jung Soo, Christelle, Nanette** et **Voni**. Voni j'aimerais te remercier pour ton amitié et tes mots toujours mesurés et pertinents. Ça reste les souvenirs du Pangborn à Rio et l'hôtel à Copacabana et l'anecdote du stylo de Madagascar ! Merci d'avoir partagé ses bons moments avec moi ! Merci beaucoup **Gérard Couraud**, pour les bons moments, sourires et expériences partagés ! Merci de m'avoir écouté et de m'avoir éclairci tellement de points concernant la recherche et la langue française. On restera en contact ! Et enfin... l'équipe de chouchous et divas du bureau : **Don cochonne (Nico), la Pouf (Justine), Bellissima (Camille), Chouchou (Ernesto), Pierro (Pierre), Fanny, Anastasia, Carlos, Carole Honoré, Thomas, Magali** et **Fanny**. Merci à vous tous pour ces beaux moments et ces incroyables souvenirs. Merci mon Nico, ami, confident et avec cette bonne humeur même après plusieurs soirées sans dormir à cause de la thèse, bien sûre ! Vous me manquez tous !

Dans le cadre recherche et amitié, un énorme merci à l'*Expérimentarium* ! Merci **Lionel Maillot** d'avoir créé ce magnifique programme de vulgarisation scientifique ! Merci beaucoup **Coralie Biguzzi** de l'effort que tu mets toujours et un grand merci à ma formatrice et grande amie **Elise Cellier**. Ma belle Elise, quels mots pourraient être à l' hauteur d'un remerciement à toi ? Difficile de verbaliser quand on sent quelque chose vraiment fort ! Merci beaucoup pour ton amitié ! Merci également aux collègues et amis de l'Expé : **Pierre-Yves, Lorène, Julie Bertrand** et **Charline**.

A mes amis

Cette thèse a été réalisée avec beaucoup d'effort et de collaborations scientifiques, mais sans mes amis, elle ne serait pas complète. Merci à vous tous pour votre amitié ! Merci **Anna** et **Jean Marie** pour notre famille Assommoir, nous resterons toujours en contact ! Merci **Hervé** et **FanFan** pour ces beaux moments et réflexions de la vie partagée !

Merci à la **famille Renaud, Jean François, Evelyne** et **Vivien** de m'avoir accueilli comme membre de la famille à plusieurs reprises, toujours des beaux souvenirs qui resteront, surtout la nuit de Noël de 2015. Merci beaucoup à vous tous, un spécial à mon **Momo**, qui a été toujours présent et qui m'a donné un des sentiments les plus beaux et sincères qui existe : son amitié ! Tu m'appris la langue, la culture, la pétanque... tu m'as fais découvrir les racines de ma famille en France quand tu m'a amené à Bayonne... et autant d'autres découvertes françaises ! Je ne t'oublierai jamais ! Avec tout mon cœur et ma reconnaissance, merci beaucoup !

Merci beaucoup à mes amis, **Romarc, Pauline** et **Romain**, les mots ne seront pas suffisants... mes amis avec qui j'ai partagé de grands moments de joie dans la simplicité et pour lesquels nous nous sommes liés d'une grande amitié, qui je l'espère continuera pour la vie. Ces mêmes mots sont dédiés à mes chers **Lorène et Pierre, Jérôme et ma belle Yianna...**

Merci beaucoup à **Julie, Lucile, Ana, Diego, Mara, Vincent, Ece, Aurea, Brahim, Ayoub, Clarissa, Antonio, André, Pauline, Guillaume** et **Maé** pour toutes les soirées à thèmes, les célébrations juives, votre amitié, les tournois de pétanque ! Des choses mémorables et inoubliables ! Merci beaucoup !

Merci aux correcteurs de la langue française de ma thèse, **Hervé** et **Morgan** et pour l'aide à la mise en page à **Violette** et **Rachid** ! Merci beaucoup à vous les amis !

J'aimerais également remercier la communauté brésilienne de Dijon qui m'a accueilli ! **Ney, Geisi, Fabricio, Marcia, Béti, Claude, Gil, Liane, Sérgio, Patricia, Carla, Andréia, Riso** et **Fredy** ! Muito obrigado pour me fazerem sentir em casa ! E por estarem sempre presente ! Vou lembrar de cada feijoada, cada festa, cada dança ! Obrigado meus queridos ! Vou sentir saudades !

A ma famille

Para finalizar, gostaria de agradecer meus pais **Adelino** e **Mári** por todo aprendizado que eles me proporcionaram ! Por terem acreditado no meu potencial et terem me dado a unica herança que niguém pode nos tirar: a educação! Obrigado aos meus irmãos **Willian** e **Mariana**, aos meus avós, **Merêncio**, **Enely** e **Marlê** e a toda a minha familia que sempre esteve presente! Meu muito obrigado! Crer no futuro é prepará-lo, e nós todos juntos estamos sempre preparando e acreditando no melhor que o futuro pode nos oferecer!

En enfin... A tous les amateurs des vins minéraux je propose une création à moi, un met qui pourra accompagner un bon vin minéral: "Le poulet minéral"

Poulet minéral

Ingrédients

1 kg de poulet
1 bouteille de vin Chablis 1^{er} Cru Côte de Léchet
2 citrons verts
Raisins blancs secs
4 Oignons
1 Poivron vert
Lardons fumé
Sel
Ciboulette

Mode de préparation

- 1- Mariner le poulet pendant une heure dans ½ bouteille de Chablis 1^{er} Cru Côte de Léchet avec 2 oignons et un demi-poivron vert.
- 2- Dans une casserole à part fritter les oignons avec les lardons et le poivron.
- 3- Dans une autre casserole faire cuire le poulet, demi plongé dans le Chablis pendant 30 minutes.
- 4- Ajouter le jus de citron et les lardons fumés, qui ont été frits préalablement, au poulet plongé dans le Chablis.
- 5- Ajouter les raisins verts secs et de la crème fraîche.

Bon appétit minéral !

RÉSUMÉ

Minéralité des vins : Parlons-en !

La conceptualisation d'un descripteur sensorial mal-défini

Le mot minéralité est largement employé et diffusé tant par des professionnels que des consommateurs. Depuis sa première apparition associé aux vins dans l'œuvre littéraire « *Les Impudents* » de Marguerite Duras en 1946, il est passé d'une mode au début des années 1980, à un phénomène et une réalité sensorielle de nos jours bien que sans définition précise. Pendant la dernière décennie le monde du vin a été acteur de cette augmentation de l'utilisation du terme « *minéral* » ou encore « *minéralité* », à travers la presse spécialisée, les guides et les producteurs eux-mêmes. Cet engouement pour le concept de « minéralité » a été à l'origine de divers enjeux économiques, marketing intelligent ainsi que la cause de questionnements chez les consommateurs: Qu'est-ce que la minéralité ? Dois-je payer plus cher pour avoir une bouteille de vin minéral ? L'objectif de cette thèse est de mieux comprendre ce concept. Pour atteindre cet objectif, nous avons utilisé plusieurs angles d'attaque issus de champs de connaissance très diversifiés allant de l'analyse sensorielle, à la psychologie sociale, et à la chimie. Cette thèse est constituée de quatre études interconnectées.

La première étude a pour objectif d'étudier la représentation sociale de la minéralité de deux groupes sociaux, les producteurs Chablisiens et les consommateurs Bourguignons. Pour accéder aux représentations de chaque groupe, nous nous sommes servis d'un test d'association libre. Ensuite, nous avons utilisé la théorie du noyau central, issue de la psychologie sociale, pour analyser le contenu et la structure des représentations des deux groupes de participants. Les résultats ont montré qu'un seul élément de représentation est stable et partagé par les deux groupes sociaux : la minéralité des vins a une origine dans le *terroir*. Les dimensions sensorielles sont plus présentes et plus partagées dans la représentation des producteurs que dans celles des consommateurs.

La deuxième étude a pour but d'étudier les modes de production des vins à Chablis, et de savoir si le comportement et les attitudes des producteurs, ainsi que leurs décisions au moment de produire les vins sont associés à leur représentation de la minéralité. Pour cela, nous avons réalisé deux interviews séparées. La première nous a permis d'établir une typologie de la production des vins de Chablis et la seconde de mettre en perspective cette typologie avec la façon dont les producteurs conceptualisent la minéralité. L'étude typologique a dégagé quatre types différents de production à Chablis : naturelle, technologique, traditionnelle et transition. Les résultats de la seconde interview ont montré que les producteurs associent la minéralité à certains paramètres et choix d'itinéraire en viticulture et vinification. L'étude montre que certains répondants adaptaient leur conception de la minéralité à leurs pratiques alors que la représentation de la minéralité d'autres producteurs guidait leurs stratégies de production.

La troisième étude concerne l'étude de l'effet du vieillissement des vins sur l'intensité de la note minérale. Plusieurs études récentes associent la minéralité à certaines notes de réduction ou à des notes empyreumatiques du type pierre à fusil ou fumée. Ces notes réductives et empyreumatiques sont produites par des composés soufrés qui sont par ailleurs connus pour être sensibles à l'oxydation. Nous avons développé l'hypothèse que la minéralité, si elle est bien reliée à des composés soufrés, devrait disparaître avec l'âge du vin à cause des phénomènes naturels d'oxydation. Pour vérifier cette hypothèse, nous avons sélectionné différents millésimes de Chablis 1^{er} Cru et les avons soumis à une description sensorielle. Les résultats ont mis en évidence deux conceptions différentes de la minéralité par rapport au mécanisme d'oxydoréduction. Selon la première conception la minéralité est corrélée avec la réduction selon la seconde la minéralité est opposée à la réduction et indépendante de l'oxydation.

La quatrième et dernière étude a un double objectif : d'une part connaître les molécules chimiques qui peuvent être à l'origine de la minéralité et, d'autre part, découvrir si les conditions topoclimatiques peuvent avoir une influence dans l'apparition de la minéralité des vins. L'étude combine une analyse sensorielle et une analyse chimique. L'analyse sensorielle consistait en un jugement de la minéralité et une description libre des échantillons par des juges experts. L'analyse chimique consistait en une analyse de composés volatiles. Une analyse des correspondances a permis de mettre en évidence des liens entre les descripteurs associés à la minéralité et des molécules ou groupes de molécules. La dimension olfactive de la minéralité est associée à la note fumée et aux arômes réducteurs et est directement associée au méthanthiol, responsable de certaines notes de réduction de type coquillages. La minéralité est également opposée aux notes florales qui sont directement corrélées aux norisoprenoïdes et cinnamates. Les résultats ont aussi montré que la minéralité des vins étudiés semble être associée aux conditions topoclimatiques, ce qui suggère que la minéralité peut être associée à l'idée de *terroir*.

Finalement, cette thèse a montré que l'adoption d'une démarche multidisciplinaire a été un choix fructueux pour mieux comprendre la conceptualisation de descripteurs sensoriels mal-définis.

Mots-clefs : vin, minéralité, représentation sociale, pratiques, origines chimique, définition sensorielle.

RESUMO

Mineralidade dos vinhos: Falaremos! A concepção de um atributo sensorial mal definido

A palavra mineralidade é muito empregada e difundida por profissionais e consumidores. Desde a sua primeira aparição associada aos vinhos na obra literária « Les Impudents » de Marguerite Duras em 1946, essa palavra, caracterizada como uma moda no início dos anos 1980 se transforma em fenômeno e uma realidade sensorial da atualidade, ainda que não tenha uma definição precisa. Durante a última década, o mundo do vinho foi palco da crescente utilização do termo « mineral » ou, ainda, « mineralidade », por meio da mídia especializada, dos guias e dos produtores de vinhos. Mas, o que é « mineralidade »? O objetivo dessa tese é compreender melhor tal conceito. Para atingir a finalidade, utilizamos diferentes ângulos de ataque saídos de campos de conhecimento extremamente diferentes : análise sensorial, psicologia social e química. Essa tese é constituída de quatro estudos interconectados.

O primeiro estudo tem como objetivo revelar a representação social da « mineralidade » em dois grupos sociais, os produtores de vinhos de Chablis e os consumidores da Borgonha. Para acessar as representações de cada grupo, aplicou-se um teste de associação livre de palavras. Em seguida, utilizou-se a teoria do núcleo central, derivada da psicologia social, para analisar o conteúdo e a estrutura das representações de ambos os grupos de participantes. Os resultados mostraram que apenas um elemento da representação é estável e compartilhado pelos dois grupos sociais: a « mineralidade » do vinho tem uma origem no *terroir*. Os aspectos sensoriais estão mais presentes e são mais compartilhados na representação dos produtores que desta dos consumidores.

O segundo estudo tem como objetivo estudar os modos de produção de vinhos em Chablis, e apurar se o comportamento, as atitudes dos produtores e as suas decisões relativas aos vinhos produzidos por eles estão associados com a sua representação de mineralidade. Para isso, foram realizadas duas entrevistas separadas. A primeira permitiu estabelecer uma tipologia da produção de vinhos à Chablis. A segunda, colocar em perspectiva tal tipologia com a forma na qual os produtores conceituam a mineralidade. A investigação tipológica identificou quatro tipos de produção de vinhos em Chablis: naturais, tecnológicas, tradicionais e transitórias. Os resultados da segunda entrevista mostraram que os produtores combinam a mineralidade a certos parâmetros e escolha de manejo em viticultura e enologia. A pesquisa aponta que alguns entrevistados adaptam suas representações de mineralidade à suas práticas, enquanto para outros, a representação que eles têm da mineralidade guia suas estratégias de produção.

O terceiro estudo diz respeito ao efeito do envelhecimento do vinho em relação a intensidade da nota de mineralidade. Pesquisas recentes associam mineralidade às notas de redução ou notas de « fumaça » ou *silex*. Essas notas redutoras são produzidas por compostos de enxofre, que também são conhecidos por serem sensíveis à oxidação. Desenvolvemos a hipótese de que a mineralidade, se ligada a compostos de enxofre, deve desaparecer com o envelhecimento do vinho em virtude de fenômenos naturais de oxidação. Para testar tal hipótese, diferentes vinhos Chablis 1er Cru foram selecionados e foram submetidos a uma descrição sensorial. Os resultados mostraram duas concepções de mineralidade em relação ao mecanismo de oxi-redução. De acordo com a primeira, a mineralidade está correlacionada com a redução. De acordo com a segunda concepção, a mineralidade tem uma oposição à redução e é independente à oxidação.

O quarto e último estudo tem um duplo objetivo: primeiro saber quais moléculas químicas podem estar envolvidas na origem da mineralidade e, descobrir se as condições topoclimáticas podem influenciar o surgimento dessa característica sensorial. Essa pesquisa combina análise sensorial e análise química. A análise sensorial consistiu de uma classificação de mineralidade e de uma caracterização livre feitas por um painel de profissionais. A análise química compreendia análise de metais, parâmetros clássicos e compostos voláteis. Uma análise de correspondência permitiu destacar as ligações entre atributos associados com a mineralidade e moléculas ou grupos de moléculas. A dimensão olfativa da mineralidade está associada ao aroma de fumaça e aromas de redução que estão diretamente associados com o metanotiol, responsável por algum tipo de notas de redução como mariscos. A mineralidade também se opõe às notas florais que estão diretamente correlacionadas com norisoprenoides e cinamatos. Os resultados também mostraram que a mineralidade dos vinhos parece estar associada com condições topoclimáticas, o que sugere que a mineralidade pode ser associada com a ideia de *terroir*.

Finalmente, esta tese mostrou que a adoção de uma abordagem multidisciplinar foi uma escolha bem-sucedida para a compreensão da concepção dos descritores sensoriais mal definidos.

Palavras-chave : vinho, mineralidade, representação social, práticas, origem química, definição sensorial.

RESUMEN

Mineralidad de los vinos: Vamos hablar! La conceptualisation de un descriptor sensorial mal definido

La palabra mineralidad es ampliamente utilizada y difundida por los profesionales y los consumidores. Desde su primera aparición asociada a vinos en la obra literaria "Les Impudents" de Marguerite Duras en 1946, pasó de ser una moda a principios de 1980 a un fenómeno y una realidad sensorial en nuestros días, aun sin tener una definición precisa. Durante la última década el mundo del vino ha sido testigo de este incremento en el uso del término "mineral" o "mineralidad", utilizado por la prensa, los guías y los propios productores. Este entusiasmo por el concepto de "mineralidad" es el origen de marketing inteligente y la causa de preguntas de la parte de los consumidores: ¿Que es la mineralidad? ¿Debo pagar más por una botella de vino mineral? El objetivo de esta tesis es entender mejor este concepto. Para lograr esto, hemos utilizado varios ángulos de ataque, desde muy diversos campos del conocimiento como el análisis sensorial, la psicología social, y la química. Esta tesis consiste en cuatro estudios interconectados.

El primer estudio tiene como objetivo investigar la representación social de la mineralidad de los dos grupos sociales: productores de Chablis y consumidores de la Borgoña. Para acceder a las representaciones de cada grupo, se utilizó la prueba de asociación libre de palabras. Después, se utilizó la teoría del núcleo central, derivada de la psicología social para analizar el contenido y la estructura de las representaciones de ambos grupos de participantes. Los resultados mostraron un único elemento de la representación que es estable y compartido por los dos grupos sociales: la mineralidad del vino tiene un origen en el *terroir*. Los aspectos sensoriales están más presentes y más compartidos en la representación de los productores que en la de los consumidores.

El segundo estudio tiene como objetivo estudiar los modos de producción de los vinos en Chablis, y si el comportamiento y las actitudes de los productores, y sus decisiones al producir los vinos, están asociadas con su representación de mineralidad. Para ello, hemos realizado dos entrevistas por separado. La primera nos permitió establecer una tipología de la producción de vinos de Chablis y el segundo poner en perspectiva la conceptualización de mineralidad de los productores de acuerdo con esta tipología. Identificamos cuatro tipos de producción en Chablis: natural, tecnológica, tradicional y de transición. Los resultados de la segunda entrevista mostraron que los productores asocian la mineralidad a ciertos parámetros de manejo en la viticultura y la enología. El estudio muestra que algunos de los encuestados adaptan su representación de mineralidad a sus prácticas, mientras que otros productores guían sus estrategias de producción para obtener mineralidad.

El tercer estudio se refiere al efecto de envejecimiento del vino en relación con la intensidad de la nota de mineralidad. Recientes investigaciones indican que la mineralidad esta asociada a las notas reductoras y notas de "humo" o *silex*. Estas notas se producen mediante la reducción de compuestos azufrados, que también se sabe que son sensibles a la oxidación. Hemos desarrollado la hipótesis de que si la mineralidad está conectada a compuestos azufrados debe desaparecer con el envejecimiento del vino debido a los fenómenos naturales de oxidación. Para probar esta hipótesis, se seleccionaron diferentes vinos Chablis *1er Cru* y se sometieron a una descripción sensorial. Los resultados muestran dos vistas de mineralidad en relación con el mecanismo redox. De acuerdo con la primera, la mineralidad se correlaciona con la reducción. De acuerdo con el segundo diseño, la mineralidad tiene una oposición a la reducción y es independiente de la oxidación.

El cuarto y último estudio tiene un doble objetivo: en primer lugar saber qué moléculas químicas pueden estar implicadas en el origen de la mineralidad y después averiguar si las condiciones topoclimáticas pueden influir en la aparición de esta característica sensorial. Este estudio combina el análisis sensorial y el análisis químico. El análisis sensorial consistía en una clasificación de mineralidad y una caracterización libre hecha por un panel de profesionales. El análisis químico consistió en análisis de metales, parámetros clásicos y compuestos volátiles. El análisis de correspondencia mostró los vínculos entre los atributos asociados con la mineralidad y moléculas o grupos de moléculas. La dimensión olfativa de mineralidad se asocia con el aroma de humo y aromas de reducción que se asocian directamente con metanotiol, responsable de algún tipo de notas de reducción como de marisco. La mineralidad también se opone a las notas florales que se correlacionan directamente con norisoprenoides y cinamatos. Los resultados también mostraron que la mineralidad del vino parece estar asociada con condiciones topoclimáticas, lo que sugiere su asociación con la idea de *terroir*.

Por último, esta tesis demostró que la adopción de un enfoque multidisciplinario fue una elección exitosa para la comprensión del diseño de los descriptores sensoriales mal definidos.

Palabras clave: vino, mineralidad, representaciones sociales, prácticas, análisis químico, sensorial.

ABSTRACT

Wine minerality: Let's talk about it! The conceptualization of an ill-defined sensory descriptor

The word minerality is widely used and spread by professionals and consumers. Since its first appearance in Marguerite Duras' "Les Impudents" in 1946 in relation to wines, it passed from a fad in the early 1980's to a phenomenon and a sensory reality today, even though no precise definition exists. Since the last decade, the use of the term "mineral" or "minerality" by the press, guides or producers themselves has notably increased in the world of wine. This enthusiasm for "minerality" concept was the origin of clever marketing and the reason for consumers to ask: What is minerality? Should I pay more for a bottle of mineral wine?

The aim of this thesis is to better understand the concept of minerality. In order to achieve this, we used several approaches from diverse scientific fields including sensory analysis, social psychology, and chemistry. This thesis includes four interconnected studies.

The aim of the first study is to investigate the social representation of minerality in two social groups, Chablis producers and Burgundy consumers. To access the representation of each group we used a free association task. Then, we used the central core theory, derived from social psychology, to analyze the content and structure of representations of both groups of participants. The results showed that only one representation element is stable and shared by the two social groups: the minerality of the wine has an origin in *terroir*. Sensory aspects are more present in producers' representations than in the consumers'.

The aim of the second study is to gather knowledge on wine production processes in Chablis, and whether the behavior and attitudes of producers and their decisions when producing wines are associated with their representation of minerality. We performed two separate interviews. The first one to establish a typology of the production of Chablis wines, and the second, to put into perspective this typology with how producers conceptualize minerality. Four different types were identified in Chablis: "natural", "technological", "traditional" and "transitional". The results of the second interview showed that producers associate the minerality to certain parameters and the selection path in viticulture and winemaking activities. The study shows that some respondents adjusted their representation of minerality to their practices, while other producers led their production strategies specifically for minerality.

The third study evaluates the effect of wine aging on the intensity of perceived minerality. Several recent studies associate minerality to reduction notes, also-burnt, flint or smoke notes. These reductive and burnt notes are produced by sulfur compounds that are also known to be sensitive to oxidation. We hypothesized that if perceived minerality is connected to sulfur compounds it disappears with age due to natural oxidation phenomena. To test this hypothesis, we selected different vintages of Chablis 1er Cru which were subjected to sensory description. The results showed two different conceptions of minerality in respect to oxidation-reduction mechanisms. According to the first conception, minerality is correlated with reduction and according to the second, minerality is opposed to reduction and independent of oxidation.

The fourth and final study has a dual purpose: first, to identify the chemical molecules that can be responsible for minerality, and second, check whether topoclimatic conditions can have an influence in the emergence of minerality in wines. This study combines sensory and chemical analysis. The sensory analysis consisted of a minerality judgment and a free description by expert judges. The chemical analysis consisted of conventional parameters, metals and volatile compounds. A correspondence analysis highlighted links between descriptors associated with minerality and molecules or groups of molecules. The olfactory dimension of minerality is associated with smoky and reducing aromas, and is directly associated with methanethiol, responsible for some types of shellfish reduction notes. Minerality is also opposed to floral and fruity notes that are directly correlated to norisoprenoids and cinnamates. The results also showed that minerality seems to be associated with topoclimatic conditions, which suggests that perceived minerality can be associated with the idea of *terroir*.

Finally, this thesis has shown that the adoption of a multidisciplinary approach was successful in order to conceptualize ill-defined sensory descriptors.

Key-words : wine, minerality, social representation, practices, chemical origin, sensory definition.

VALORISATION DES TRAVAUX DE THESE

Publications scientifiques dans des revues ou ouvrages à comité de lecture

Rodrigues, H., Ballester, J., Saenz-Navajas, M. P., & 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. **(Chapitre 2)**

Rodrigues, H., Valentin, D., Othéguy, M., Khalaf, A. S., & Ballester, J. (2016). Is producers' decision making related to their representation of minerality? A study of the typology of Chablis wine production. *En préparation (Chapitre 3)*

Rodrigues, H., Saenz-Navajas, M.P. Franco-Luesma, E., Valentin, D., Ferreira, V., Fernandez-Zurbano, P., De-La-Fuente-Blanco, A., Ballester, J. (2016). Sensory-chemical drivers of wine minerality aroma: An application to Chablis wines. *Soumis à Food Chemistry (Chapitre 5)*

Communications orales dans des congrès internationaux ou nationaux

Rodrigues, H., Valentin, D., Ballester, J. (2015). *Effet du vieillissement sur la perception sensorielle de la minéralité des vins Chablis 1^{er} Cru*. 10th International Symposium of Enology of Bordeaux, Bordeaux, France, 29 juin – 1^{er} juillet. **(Chapitre 4)**

Rodrigues, H., Ballester, J., Valentin, D. (2015). *Wine minerality: A social representation approach*. 9th Annual Conference American Association of Wine Economists, Mendoza, Argentina, 26-30 may.

Rodrigues, H., Ballester, J., Valentin, D. (2015). *Typologie de la production des vins Chablis 1^{er} Cru*. XX Forum des Jeunes Chercheurs, Besançon, France, 23-24 juin.

Communications affichées dans des congrès internationaux ou nationaux

Rodrigues, H., Sáenz-Navajas, M. P., Franco-Luesma, E., Fernández-Zurbano, P., Ferreira, V., Valentin, D., Ballester, J. (2016). *Chemical and sensory-directed strategies for understanding the drivers of wine minerality*. 7th Eurosense on Sensory and Consumer Research, Dijon, France, 11-14 septembre.

Rodrigues, H., Ballester, J., Sáenz-Navajas, M. P., 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, Göthenbourg, Suède, 23-27 août.

Ballester, J., Mihnea, M., **Rodrigues, H.,** Peyron, D., Valentin, D. (2013). *Perceived minerality of white wines by wine experts : Sensory versus declarative approaches.* 10th Pangborn Sensory Science Symposium, Rio de Janeiro, Brésil, 11-15 août.

Communications orales dans des conférences internes

Rodrigues, H., Ballester, J., Valentin, D. (2013). *Minéralité des vins : Mythe ou réalité ?* Journée des Doctorants du Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation. Juin.

Rodrigues, H., Ballester, J., Valentin, D. (2014). *Minéralité et vieillissement des vins.* Journée des Doctorants du Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation. Juin.

Rodrigues, H., Ballester, J., Saenz-Navajas, M. P., Valentin, D. (2015). *Pour toi, qu'est-ce que la Minéralité?* Journée des Doctorants du Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation. Juin.

« ...car la minéralité est la mémoire de la mer... »

Vigneronne Chablisienne

SOMMAIRE

Introduction générale.....	p. 1
Chapitre I - Etat de l'art.....	p. 5
1. <i>Le vin et les mots.....</i>	<i>p. 7</i>
2. <i>Les concepts mal définis dans le contexte de la recherche scientifique.....</i>	<i>p. 18</i>
3. <i>Problématique de la thèse.....</i>	<i>p.28</i>
Chapitre II - Représentation sociale de la minéralité des vins.....	p. 31
A. <i>Introduction.....</i>	<i>P. 33</i>
B. <i>Article.....</i>	<i>p. 37</i>
C. <i>Conclusion.....</i>	<i>p.44</i>
Chapitre III - Typologie de production des vins et minéralité.....	p. 45
A. <i>Introduction.....</i>	<i>p. 47</i>
B. <i>Article.....</i>	<i>p.49</i>
C. <i>Conclusion.....</i>	<i>p.77</i>
Chapitre IV - La minéralité : ses descripteurs et son comportement sensoriel.....	p. 79
A. <i>Introduction.....</i>	<i>p. 81</i>
B. <i>Article.....</i>	<i>p.83</i>
C. <i>Conclusion.....</i>	<i>p.88</i>
Chapitre V - Minéralité : approche sensorielle et moléculaire.....	p. 89
A. <i>Introduction.....</i>	<i>p.91</i>
B. <i>Article.....</i>	<i>p.93</i>
C. <i>Conclusion.....</i>	<i>p.121</i>
Discussion Générale.....	p. 123

Conclusionsp. 137

Références bibliographiques.....p. 141

Annexes.....p. 157

LISTE DE FIGURES

Figure 1 – Apparition du mot minéralité ou minéral dans les descriptions des vins des appellations Chablis	p.3
Figure 2 – La roue des arômes (Noble, 1984)	p.11
Figure 3 – The Mouthfeel wheel (Gavel, Oberhulster & Francis, 2000)	p.13
Figure 4 – Système de notation de Robert Parker	p.15
Figure 5 – Types de blogs (Thach, 2010)	p.16
Figure 6 – Questionnaires développés par Medel (2009) pour mesurer la complexité des vins	p.20
Figure 7 – Stratégie pour étudier la minéralité	p.28
Figure 8 – Théorie du noyau central (Abric, 1976)	p.34
Figure 9 – Points clés à prendre en compte pour comprendre la conceptualisation de la minéralité	p.127
Figure 10 – Théorie de l'action raisonnée de Fishbein & Aizen (1975)	p.129
Figure 11 – Modèle de production des vins minéraux à partir de la théorie de l'action raisonnée de Fishbein & Aizen (1975)	p.130
Figure 12 – Structure de la conceptualisation de la minéralité des vins	p.135

LISTE DE TABLES

Tableau 1 – Quinze premiers sites et blogs trouvés dans Google.com pour la recherche du mot « minerality »	p.17
---	-------------

LISTE D'ANNEXES

Annexe 1 – Présentation orale 9th Annual American Association of Wine Economists Conference –Mendoza, Argentine)
.....**p.161**

Annexe 2 – Poster présenté au 11th Pangborn Sensory Science Symposium
Gottembourg, Sweden
.....**p.172**

Annexe 3 – 10ème Symposium International d'œnologie de Bordeaux, France
.....**p.173**

Annexe 4 – Poster Eurosense 2016, Dijon, France
.....**p.180**

Annexe 5 – Matériel supplémentaire du chapitre 5
.....**p.182**

Annexe 6 – Article de vulgarisation publié dans la revue « Premier Cru » de L'INRA
.....**p.186**

Annexe 7 – Fiche de participation au programme de vulgarisation scientifique
« Expérimentarium » de l'Université de Bourgogne
.....**p.188**

Introduction générale

La communication virale de
la minéralité des vins

...pour leur délier de la langue qu'ils retenaient d'habitude (comme si parler en semaine eût été pêcher), le vin d'Uderan faisait merveille, un vin blanc un peu sec, qui avait pris la saveur minérale des plateaux...

Les Impudents – Marguerite Duras (1946)

Un des plus grands changements dans la science du consommateur c'est la recherche de la compréhension du vocabulaire des consommateurs et producteurs (Lawless & Civille, 2013). Le monde du vin en est un exemple caractéristique. L'infini, l'amplitude, le raffinement et la complexité du vocabulaire du vin sont dus à la diversité des sensations produites lors de l'interaction entre le dégustateur et cette boisson. La production de descripteurs est une étape importante dans la traduction des sensations perçues. Différente par rapport à la description sensorielle d'autres types d'aliments, la description du vin n'est pas confinée à des outils classiques d'analyse sensorielle, avec une production de descripteurs unidimensionnels. La plupart du temps, l'évaluation sensorielle des vins donne lieu à des descriptions multidimensionnelles. La difficulté de la compréhension de ces descripteurs, c'est qu'ils présentent une double facette incluant multi dimensionnalité et manque de consensus (Lesschaeve, 2006).

L'utilisation du mot *minéralité* est un bon exemple de ce phénomène. Ce mot « *minéralité* » est largement employé et diffusé tant par les professionnels du vin que par les consommateurs. Sa première apparition associée aux vins date de 1946, dans l'œuvre littéraire « *Les Impudents* » de Marguerite Duras. L'utilisation du mot « *minéralité* » est ensuite tombée en désuétude pour ressurgir quarante ans plus tard, et devenir une mode au début des années 1980. A l'heure actuelle, la minéralité du vin est considérée comme un phénomène, c'est-à-dire, selon le dictionnaire Larousse (2016), un fait naturel constaté, susceptible d'étude scientifique et pouvant devenir un sujet d'expérience.

Le monde du vin est acteur de la croissance de l'utilisation du mot minéralité à travers la presse spécialisée, les guides de vins et le discours des producteurs. Au

début des années 2010, ce mot était devenu la « *star* » des « *wine blogueurs* », aussi bien dans les pays du « vieux monde » du vin comme la France, l'Italie, la Grèce et l'Espagne ; que dans ceux du « nouveau monde » comme l'Afrique du Sud, l'Australie, la Nouvelle Zélande, le Brésil, le Chili, les Etats Unis et l'Argentine ; ou encore dans les pays sans ou avec très peu de tradition viticole comme le Japon, Israël, le Canada et l'Angleterre. Cet engouement pour le concept de « *minéralité* » a été à l'origine de divers enjeux économiques reposant sur des notions de marketing intelligent. Il a également été la cause de nombreux questionnements chez les consommateurs : Qu'est-ce que la minéralité ? Où puis-je trouver des vins minéraux ?

Si le mot minéralité bénéficie maintenant d'une très forte utilisation, paradoxalement, il est absent des dictionnaires de la langue française, comme le *Larousse* (2016) ou le *Petit Robert* (2016). En revanche on le trouve dans le *Dictionnaire de la langue du vin* de Martine Coutier (2007) qui le définit comme un néologisme qui « *évoque l'odeur ou le goût de certains minéraux ou des roches, silex, pierre-à-fusil, craie* » (p. 282). Cette définition toutefois est loin d'être précise car elle renvoie juste à des citations dans lesquels, l'expression est retrouvée. Ces citations font référence à des dimensions de goût (« *dont la minéralité sous-jacente contrebalance la sucrosité...* », M. Mastrojanni, *Le Grand Livre des Vins d'Alsace*, 1993, p. 78) ; et d'arômes (« *Nez discret et fermé au départ qui révèle à l'aération une complexité remarquable : Minéralité (Pierre-à-Fusil, Silex, Craie) enveloppante et élégante, complétés par des notes butyreuses et épicés...* » *Le Rouge et Le Blanc*, 2005, n°78, p. 19) ; ainsi qu'à une liaison avec la composition du sol évoquant le terroir (« *A l'attaque, la minéralité surprend, expression d'un sol argilo-calcaire sur base de Kimméridgien...* » *L'Amateur de Bordeaux*, sept.-oct. 2002, n° 81, p. 19.).

Les mots « *minéralité* » et « *minéral* » sont également largement utilisés depuis les années 1990 dans les guides de vins comme le Guide Hachette des vins. Un comptage exhaustif des occurrences de ce mot associé aux vins de Chablis montre une nette évolution entre 1997 et 2008 (figure 1). Cette évolution suggère la recherche d'une identité unifiée régionale des vins de la région de Chablis à partir de la fin des années 1990. Selon Easingwood (2005) la « *régionalité* » des vins (définie

comme la référence au territoire) est particulièrement pertinente lorsque dans ce territoire on produit un style de vin fortement identifiable (*e.g.*, Chablis, Rioja), que ce vin est produit avec un volume permettant une visibilité sur les marchés et lorsqu'il y a une constance dans la qualité. Cette « régionalité » permet de stimuler le marché en attirant l'attention des acheteurs qui recherchent des vins ayant des caractéristiques spécifiques.

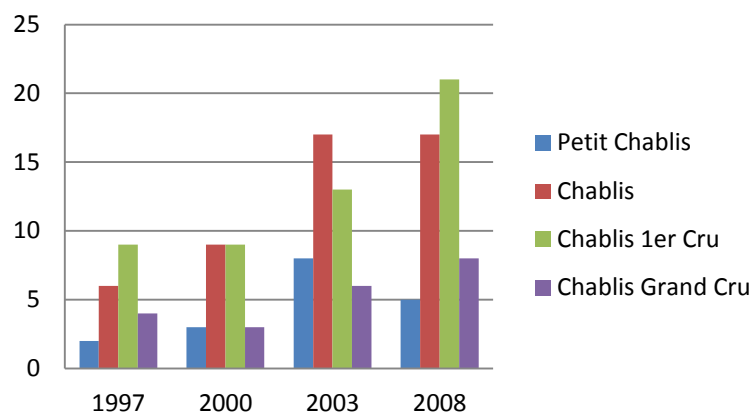


Figure 1. Apparition du mot *minéralité* ou *minéral* dans les descriptions des vins des appellations Chablis

L'origine de la minéralité des vins apparaît aujourd'hui comme une énigme. Peynaud et Blouin, dans *Le grand livre de la dégustation « Le goût du vin »*, 5^{ème} édition de 2013, consacrent un chapitre à la minéralité où ils affirment que, « ... *il est très difficile, voire impossible, de simuler, provoquer, accentuer ou supprimer la minéralité, même en laboratoire, contrairement à la plupart des caractères olfactifs ou gustatifs* (p. 65) ».

L'objectif de cette thèse est de comprendre cette énigme. Pour atteindre cet objectif, nous utilisons plusieurs angles d'attaque issus de champs de connaissances très diversifiés allant de la psychologie sociale et de l'analyse sensorielle, à l'agronomie et la chimie. Cette thèse est divisée en cinq chapitres.

Le premier chapitre est consacré à la revue de la littérature, où nous allons nous intéresser aux concepts sensoriels mal définis et à la communication langagière

dans le monde du vin. Comment les acteurs du monde du vin verbalisent leurs sensations lorsqu'ils dégustent cette boisson ? Pourquoi les consommateurs et les professionnels utilisent-ils des mots à caractère multidimensionnel pour parler des vins ?

Le deuxième chapitre aura pour objet l'étude des représentations sociales de la minéralité des vins. Pour cela, nous allons mettre en perspective les représentations de deux groupes sociaux : les producteurs de vins de Chablis et les consommateurs bourguignons.

Dans le troisième chapitre, nous développerons une typologie de production de vins de Chablis. Cette étude a pour objectif de caractériser la production de vins de Chablis et d'évaluer s'il existe un lien entre le mode de production et le caractère minéral des vins

Toujours dans l'objectif de comprendre l'origine de la minéralité des vins de Chablis nous nous attacherons dans le quatrième chapitre à l'effet du vieillissement sur l'intensité de la note minérale.

Enfin, le dernier chapitre de cette thèse combinera une partie sensorielle et une partie chimique. Ce chapitre a un double objectif mettre en évidence les molécules chimiques qui peuvent être à l'origine de la minéralité et évaluer si les conditions topo climatiques à Chablis, peuvent avoir un impact dans l'apparition de la minéralité.

Chapitre I

État de l'art

Quand nous parlons des vins...
Comment parlons-nous ?

« Ouvrir une bonne bouteille, versez le vin dans un verre puis prendre une gorgée,
voici le procès de la dégustation d'un vin » (Goode, 2007).

Le vin est l'un des aliments le plus souvent décrits et qui fait le plus souvent parler de lui dans de nombreux journaux, livres et revues spécialisées (Brochet & Dubourdieu, 2001). Lehrer (2009) dans son livre, « *Wine Conversation* » a listé les mots utilisés dans la littérature du vin (encyclopédies, tomes d'œnologie, etc.) avant les années 1980. Ces mots incluent des mots à caractère purement unidimensionnels et univoque comme *fruité, tannique, fumé*, mais aussi des mots multidimensionnels et équivoques comme, *minéral, transcendantale, doux*. Pourquoi le vocabulaire du vin est-il à la fois précis et vague, objectif et subjectif, uni et multidimensionnel? Quelle est la nature des mots utilisés ? Est-ce que le contexte peut impacter la production des mots ? Par exemple : des amis au tour d'une table entrain de déguster un vin ou une conférence sur le sujet du vin, une séance d'analyse sensorielle, un concours de vins, une affiche publicitaire...

1. Le vin et les mots

Le vin représente une catégorie de produits susceptibles d'activer une variété de sens et de représentations (Amine & Lacœuilhe, 2007). Un fait intéressant dans le langage du vin, d'après Bach (2007), c'est qu'alors que nous avons de nombreux mots pour décrire des nuances très spécifiques de couleur, notre vocabulaire en ce qui concerne le goût et les odeurs est cruellement en manque. Il s'avère que les perceptions olfactives et gustatives sont par nature extraordinairement complexes, fugitives, subjectives et reposent essentiellement sur la mémorisation des odeurs et des saveurs (Coutier, 1994). La difficulté liée à la description des perceptions sensorielles a été fréquemment reportée, plus particulièrement, en ce qui concerne les odeurs (Lawless & Engen, 1977 ; Rouby et al., 2005 ; Manetta et. al., 2007).

Adoptant un regard cognitif, Amoraritei (2002) souligne que l'un des principaux facteurs limitant serait le nombre restreint de termes conventionnels dont disposent les langues pour décrire les odeurs. Boisson (1997) a examiné le

vocabulaire olfactif de 60 langues. Il a montré que même si les langues étudiées diffèrent quant à l'importance de leur lexique, elles ont en commun une organisation de vocabulaire olfactif autour de cinq axes : l'axe de l'évaluation (*positive ou négative*) ou axe hédonique (*bon, mauvais, agréable, etc.*), l'axe de la quantification de l'intensité (*odeur intense, faible, forte*), l'axe temporel qui qualifie le comportement de l'odeur dans le temps (*odeur immédiate, qui dure*), l'axe du volume qui décrit la diffusion de l'odeur dans l'espace (*odeur constante, qui embaume, qui diffuse*) et enfin, l'axe culturel qui désigne une utilisation du monde des odeurs pour qualifier les personnes (par exemple, *c'est une personne puante*). Ces cinq classes se retrouvent dans la description du vin, comme on peut l'observer dans la liste développée par Lehrer (2009): « *great, durable, fleshy, penetrating, sophisticated* ». Il est intéressant de noter que même la dernière catégorie qui qualifie les personnes, peut se retrouver dans la description des vins : « ce vin est sophistiqué ».

Un deuxième facteur important pour la production de mots lors de la dégustation de vin reflète la nature même du vin. Le vin est une matrice complexe comprenant une large gamme de composés volatiles et non volatiles qui sont capables de générer des différences sensorielles importantes (Saenz-Navajas et al, 2015). Le vin se caractérise par des pratiques de consommation singulières qui sont intimement liées aux représentations mentales et aux dimensions symboliques et rituelles de ce produit (Amine & Lacœuilhe, 2007). Un exemple de ce phénomène a été rapportée par Caverio (2010) dans une étude de la structure sémantique du langage du vin et de son symbolisme à partir du comportement de trois catégories d'individus : le buveur, le dégustateur et le producteur. L'auteur a conclu que si le buveur transforme la sensation du vin en quelque chose de banal et le dégustateur utilise une terminologie métaphorique, le producteur quant à lui exprime ses sensations avec une « rigueur esthétique sublime ». Ces conclusions nous emmènent à découvrir un troisième facteur : le niveau d'expertise.

D'après Langlois et al (2011), il semble que les experts ou professionnels ont des connaissances très organisées et spécifiques qui conduisent à une plus grande facilité à décrire les vins. En revanche, selon Brochet & Dubourdieu (2001) les consommateurs novices se considèrent généralement comme « *ne sachant rien sur le*

vin ». Plus précisément, Langlois et al (2011) ont comparé le lexique associé à la notion de vin de garde de quatre groupes de dégustateurs avec des niveaux différents d'expertise (professionnels, connaisseurs, consommateurs et panel entraîné). Leurs résultats ont montré que les quatre groupes ont recouru à différents lexiques dans leur façon de définir ce qu'est un vin de garde. Par exemple les professionnels utilisent des mots à connotation technique et/ou descriptive, les connaisseurs utilisent des mots associés aux temps de garde des vins et les consommateurs des termes associés à leurs ressentis. En revanche, les panelistes entraînés s'appuient quant à eux sur l'utilisation d'une terminologie sensorielle issue de leurs séances d'entraînement. Ces différences reflètent l'effet de leurs niveaux de connaissance et d'expérience avec le vin.

Selon Brochet & Dubourdieu (2001) les experts en vin, producteurs, critiques professionnels, œnologues et amateurs ont construit un langage qu'ils utilisent pour décrire les propriétés sensorielles du vin et pour échanger des informations sensorielles entre eux. Le débat scientifique sur la valeur communicative des descriptions de vins fournis par des experts a été ouvert par Lehrer (1975). L'auteur a montré que la capacité à communiquer sur les vins n'est pas facilement acquise par les experts et que l'incompréhension des consommateurs, serait le fruit de cette difficulté à vulgariser de la part des experts. Par exemple, lors d'une visite de cave, l'expert peut guider la dégustation des consommateurs en indiquant, « c'est un vin doux » ou encore « il a un joli bouquet ». Si le consommateur n'est pas un connaisseur de vin, cette verbalisation, loin de l'aider à comprendre le vin, risque de le perdre encore plus qu'il ne l'était. En accord avec cette interprétation Cholet & Valentin (2000) ont montré que le discours des experts comporte davantage de mots techniques et précis que celui des novices qui comporte davantage de mots généraux. Il semble donc que les experts sont détenteurs d'un langage spécialisé difficile d'accès aux novices, et qui peut générer un manque de compréhension entre les différents acteurs.

Après tous ces constats, la question qui s'impose est la suivante : « Quels sont les types de vocabulaire produits pour parler des vins et de quelle manière sont-ils produits ? »

1.1 L'analyse descriptive des vins et son vocabulaire

L'espace exprimable des concepts, dans toutes les langues, est très vaste (Youn et al., 2016). Dans le discours du vin, l'analyse descriptive est le premier outil sensoriel pour spécifier les caractéristiques d'un arôme complexe, odeur ou autre mélange de matières volatiles odorantes (Lawless, 1999). Selon Lawless & Heymann (2010), l'analyse descriptive du vin renvoie à deux types de vocabulaire : le ***vocabulaire scientifique*** et le ***vocabulaire de la vie de tous les jours***.

1.1.1 Le vocabulaire scientifique

Le vocabulaire scientifique est défini par Lawless & Heymann (2010) comme une forme de langage créé spécifiquement à des fins scientifiques. Les méthodes comme l'Analyse Descriptive Quantitative (QDA) (Stone et al., 1974) ou les méthodes spontanées comme le profil libre choix (Arnold & Williams, 1986 ; Gerland & Dumont, 2000) et le profil flash (Dairou & Siefferman, 2002; Delarue & Sieffermann, 2004) permettent de produire ce type de vocabulaire sensoriel.

La plupart des méthodes repose sur une phase de génération de vocabulaire où le panel va créer son propre langage scientifique. Ce vocabulaire scientifique est formé par des termes bien définis, non ambigus, correspondant à des perceptions sensorielles identifiées et répertoriées, comme acide, aigre, empyreumatique, sucré (Coutier, 1994). Ce « répertoire » a un caractère unidimensionnel.

Les termes sensoriels ont fréquemment été l'objet de tentatives de classifications en œnologie, utilisées en principe comme aides pour la simple description des produits (Pfister, Guyot & Andre, 2006). C'est le cas notamment de la construction d'outils comme la roue des arômes et la roue des sensations en bouche.

1.1.1.1 La Roue des Aromes

La Roue des Arômes, en anglais « *The wine aroma wheel* » (Figure 2), est une représentation graphique d'arômes, développée par Ann Noble et ses collaborateurs de l'Université de Californie en 1984. Cette roue a été publiée dans la revue scientifique *American Journal of Enology and Viticulture*.

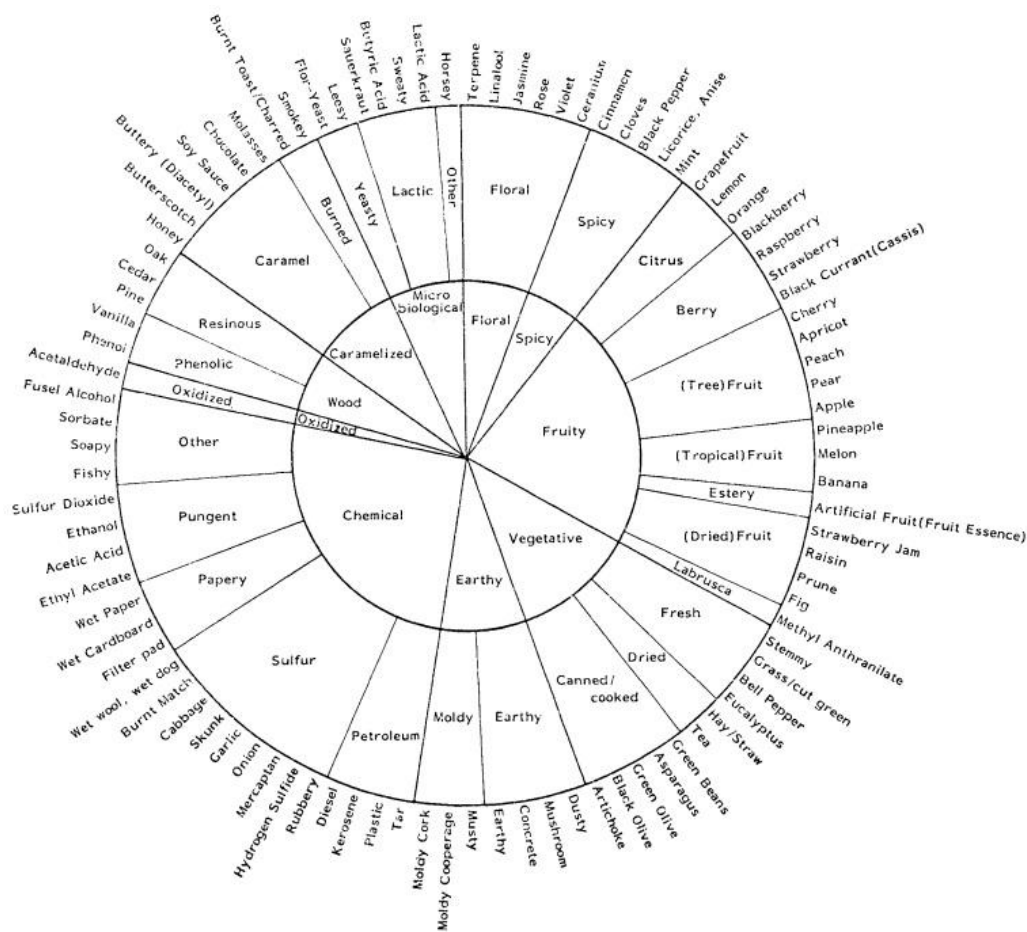


Figure 2 – La Roue des Aromes (Noble et al., 1984)

Les auteurs ont justifié la construction de ce système de classement comme: *"To facilitate communication among members of the wine industry, the Sensory Evaluation Sub-committee of the American Society for Enology and Viticulture has proposed a list of standardized wine aroma terminology. From an initial list composed of virtually all possible wine descriptors, terms were selected which were analytical and free of hedonic or value-judgment connotations. These were arranged*

by similarity of flavor in three tier system, which permits analytical description of wine aroma by generic or specific terms" (Noble et al., 1984).

Cette description met en évidence l'objectif purement professionnel de la construction de la roue des arômes : un outil scientifique développé pour faciliter la communication entre les membres de la filière œnologique. Les auteurs ont privilégié le caractère unidimensionnel des descripteurs constituant la roue, à travers la sélection de descripteurs analytiques et libres de connotations hédoniques ou de jugement de valeur. Ce système, amélioré peu après (Noble et al. 1987), a connu un succès d'utilisation pour sa valeur innovatrice en ce qui concerne l'organisation des termes en familles et pour la reproductibilité des descriptions qui en sont issues, bien que l'utilisation d'un système de correspondance terminologique n'a pas été une nouveauté à l'époque. Des listes de termes sensoriels et leur corrélats moléculaires avaient déjà été développées pour le cidre (Williams, 1975), le whisky (Piggott & Jardine, 1979 ; Shortread, Richards, Swan & Burtles, 1979) et la bière (Meilgaard, Dalglish & Clapperton, 1979).

1.1.1.2 La Roue des sensations en bouche

Quelques années plus tard, « *The mouthfeel wheel* » (figure 3), a été développée par les chercheurs australiens Gawel, Oberholster & Francis (2000). Cette roue des sensations en bouche est focalisée sur les sensations perçues lors de la dégustation des vins rouges. Quatorze dégustateurs experts ont participé à l'étude. Dans un premier temps, ils ont dégusté 72 vins différents pendant six semaines. Leur tâche était de décrire les vins en se focalisant sur l'astringence et les sensations tactiles. Ensuite, ils ont produit un vocabulaire plus général, à partir de 75 vins similaires aux vins utilisés dans la première étape. Dans les deux phases, les termes ont été générés de façon individuelle. A la fin de chaque session la redondance des termes était discutée ainsi que les relations existant entre les différents termes. Une fois les phases de production de vocabulaire et discussion passées, les termes ont été regroupés en familles sur la base de leur similarité, à l'instar de la roue des arômes.

La construction de la roue des sensations en bouche a mis en évidence un regard holistique des perceptions sensorielles associées à la sensation en bouche des vins, conduisant à un langage métaphorique (*e.g. satin*). Les experts n'utilisent pas un vocabulaire scientifique au sens de Lawless & Heymann (2010): « *scientific language is specifically created for scientific purposes and the terms used are usually very precisely defined* » p. 228. Le vocabulaire scientifique utilisé par les experts ne comporte pas seulement des termes bien définis mais également des mots à caractère multidimensionnels » tels que, « *complexe* », « *dynamique* » ou « *vert* ».

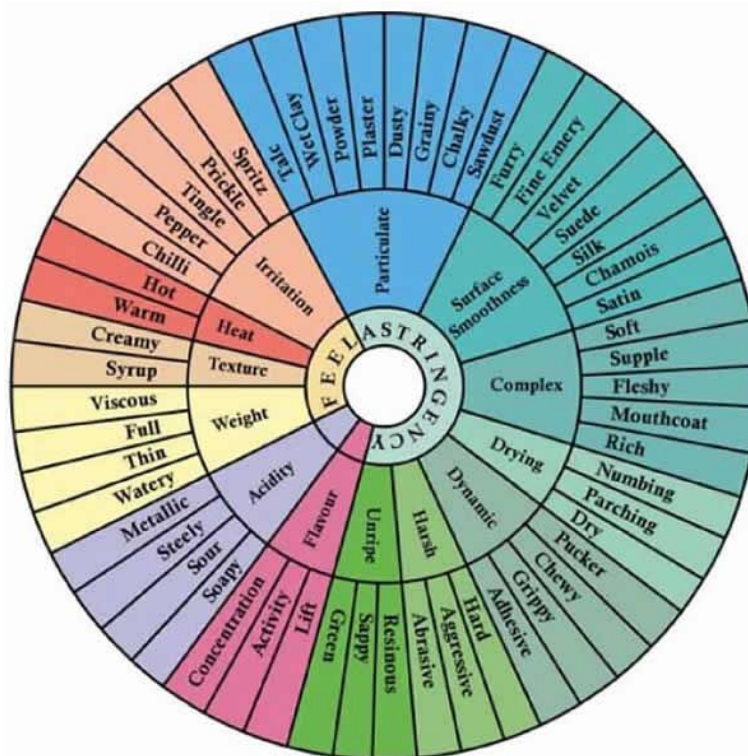


Figure 3 – The Mouthfeel wheel (Gawel, Oberholster & Francis, 2000)

1.1.2 Le vocabulaire du vin dans la vie de tous les jours

D'après Smith (2013), il est reconnu que dans la vie quotidienne notre perception a un caractère multimodal. Le langage sensoriel quotidien emprunte des termes à la conversation de tous les jours (Lawless & Heymann, 2010). Mais la signification de ces termes ne correspond pas toujours à la définition du dictionnaire et peut changer selon les interlocuteurs.

Dans le monde du vin, une immense « boîte d'informations », dédiée, parfois aux processus de fabrication, parfois aux accords entre les vins et les mets, quel vin acheter, quel vin boire et surtout pourquoi le boire est facilement accessible au consommateur et/ou l'amateur de vins (Lehrer, 2009). Cette boîte d'informations, riche en éléments économiques, ne comporte toutefois que peu d'éléments relatifs à la compréhension du discours sur le vin (Almenberg & Dreber, 2011 ; Goldstein et al., 2008 ; Barbe & Durrieu, 2004 ; Landon & Smith, 1997). Un effet paradoxal au regard, par exemple, de l'importance de l'opinion des critiques de vins sur les achats des consommateurs. Quels types de mots utilisent-ils dans leurs descriptions et/ou commentaires de vin et comment les utilisent-ils ?

1.1.2.1 Le vocabulaire des « wine writers »

Selon Thach (2010), les commentaires des « *critiques de vin* » sont clairement une source d'information pour les consommateurs qui peuvent trouver ces commentaires dans des revues spécialisées du domaine du vin (Lehrer, 2010), dans des guides (Barbe & Salies, 2006) et dans des blogs (Thach, 2010).

Un des écrivains du vin le plus connu, le grand *guru* de la dégustation, est l'américain Robert Parker. Il est le critique le plus influent de la planète en matière de dégustation (Barbe & Durrieu, 2004). Une étude développée par Hadj Ali, Lecocq & Visser (2008) a montré que les descriptions effectuées par Robert Parker dans la revue « *Wine Advocate* » ont un pouvoir d'impact en moyenne de trois euros par bouteille sur les prix finaux des vins évalués. Son échelle d'évaluation, allant de 50 à 100 points, est basée sur une notation hédonique. Dans la figure 4, il est possible d'observer le système de notation de Robert Parker.

RATING SYSTEM	
Robert Parker's rating system employs a 50-100 point quality scale. It is my belief that the various twenty (20) point rating systems do not provide enough flexibility and often result in compressed and inflated wine ratings. THE WINE ADVOCATE takes a hard, very critical look at wine, since I would prefer to underestimate the wine's quality than to overestimate it. The numerical ratings are utilized only to enhance and complement the thorough tasting notes, which are my primary means of communicating my judgments to you.	
96-100	An extraordinary wine of profound and complex character displaying all the attributes expected of a classic wine of its variety. Wines of this caliber are worth a special effort to find, purchase, and consume.
90-95	An outstanding wine of exceptional complexity and character. In short, these are terrific wines.
80-89	A barely above average to very good wine displaying various degrees of finesse and flavor as well as character with no noticeable flaws.
70-79	An average wine with little distinction except that it is soundly made. In essence, a straightforward, innocuous wine.
60-69	A below average wine containing noticeable deficiencies, such as excessive acidity and/or tannin, an absence of flavor, or possibly dirty aromas or flavors.
50-59	A wine deemed to be unacceptable.

Figure 4 – Système de notation de Robert Parker

Dans son système, les rangs associés aux vins sont caractérisés par des adjectifs. Par exemple, il est intéressant de noter que sous les rangs les plus élevés les adjectifs utilisés sont multidimensionnels. Les vins qui ont un score entre 96 et 100 points, sont considérés comme « *extraordinaires* », « *profonds* » et « *complexes* ». Les vins classés entre 90 et 95 points seront des vins « *exceptionnels* » dû à leur « *complexité* » et « *caractère* ». En revanche, les vins ayant des rangs moins élevés sont décrits à l'aide de descripteurs unidimensionnels, souvent associés à des mots indiquant une quantité ou une absence : « *excessive acidité et/ou tanins* », « *absence de saveur* » de mots bien définis. Ce passage d'un vocabulaire multidimensionnel à un vocabulaire unidimensionnel semble refléter le passage d'une perception holistique à une perception analytique.

Un des moyens de communication les plus utilisés par les critiques de vin est le système des blogs. L'évolution des modèles de communication d'internet ont contribué à l'émergence d'un rôle actif pour les utilisateurs dans la création et la distribution de contenus (Ozuem et al., 2008) et il existe plusieurs types de blogs de vin avec des objectifs différents (Zafiroopoulos, Vrana & Vagianos, 2010). Selon Sigala (2007) les blogs se diffusent en ligne par le bouche-à-oreille comme un virus. Les « *wine blogs* » sont établis par des amateurs, critiques de vins, vignerons, les entreprises viticoles, ainsi que toute personne physique qui est intéressée à publier son opinion sur le vin (Thach, 2010). En ce qui concerne la langue utilisée, d'après Yarrow (2009), il y a plus de 570 blogs de vin en anglais et plus de 170 blogs de vin dans d'autres langues, y compris l'Italien, le français, le catalan, le tchèque, l'allemand,

l'espagnol, le néerlandais, le japonais, le chinois, le portugais, le hongrois, le norvégien, et l'indonésien.

Les recherches autour des blogs de vin sont définitivement concentrées sur le marketing, le web commerce (Thach, 2010) et la communication sur les expériences d'achat (Kozinets, 1999). Thach (2010) en étudiant 222 wine blogs de langue anglaise, a révélé à l'aide d'une analyse de contenu qu'il existe neuf types de blogs avec des objectifs différents (figure 5). Plus de 50% des blogs étudiés s'intéressent aux opinions sur le vin, à l'harmonisation entre les vins et les plats et à l'éducation des lecteurs.

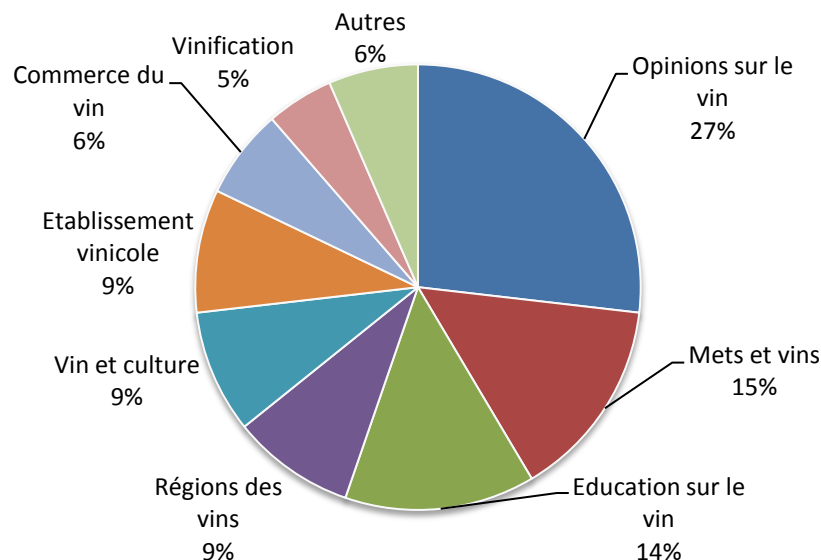


Figure 5 – Types de blogs (Thach, 2010)

Malgré le grand intérêt de la recherche sur les blogs et la création de conférences internationales depuis les années 2000, comme le « *Wine Bloggers Conference* » ou le « *Digital Wine Communication Conference* », les travaux sur les types de mots utilisés par les bloggeurs ou leurs discours sont presque inexistants. Toutefois, une étude réalisée par Gruhl (2004) met en évidence l'existence de deux type de sujets : des sujets de bavardage et des sujets de « *buzz* », c'est-à-dire, des sujets « chauds » qui peuvent attirer rapidement plus de lecteurs. La minéralité des vins fait partie de ces derniers sujets. A titre d'illustration le tableau 1 décrit les quinze premières réponses à la recherche de l'expression en anglais « *wine*

minerality » sur *google.com*. Parmi les réponses, on trouve des blogs et magazines traditionnels, comme *decanter*, *wine spectator* et *wine anorak*.

Tableau 1 : Quinze premiers sites et blogs trouvés dans *google.com* pour la recherche du mot « *minerality* »

Site internet	Titre de l'article	Année
www.decanter.com	<i>Minerality in wine : What does it mean to you ?</i>	2014
www.winespectator.com	<i>What is meant by the term "minerality" when it is used to describe a wine's flavor profile?</i>	2016
www.wsj.com	<i>"Minerality": Drilling Down on Wine's Buzzword</i>	2013
www.enologyinternational.com	<i>Minerality: Rigorous or Romantic?</i>	2012
www.vivino.com	<i>What Is Minerality in Wine?</i>	2015
winederlusting.com	<i>What is Minerality in Wine? A Quick Guide</i>	2014
www.washingtonpost.com	<i>What in Earth makes a wine taste minerally?</i>	2015
www.thekitchn.com	<i>Wine Words: Minerality</i>	2012
www.wineanorak.com	<i>Minerality and terroir in wine</i>	2012
winefolly.com	<i>Tasting for Minerality in Wine Video</i>	2012
www.thedrinksbusiness.com	<i>New study strengthens case against soil-based minerality</i>	2015
www.thebenchwinebar.co.uk	<i>Wines that Rock! Minerality explained</i>	2016
www.foodrepublic.com	<i>Is judging wine by its 'minerality' total B.S. ?</i>	2013
www.vinepair.com	<i>There are rocks Inside your wine. Here's how to understand minerality</i>	2016
www.jancisrobinson.com	<i>Sniffing stones and other tasting notes</i>	2015

L'analyse du tableau 1 montre que globalement les blogs comme les magazines reflètent un questionnement et une curiosité sur l'origine (e.g. *There are*

rocks Inside your wine. Here's how to understand minerality) et/ou la véracité (*Is judging wine by its 'minerality' total B.S.?*) de ce descripteur sensoriel, en particulier en lien avec l'implication des sols et du terroir dans l'émergence de la minéralité. Les recherches scientifiques liées à ce descripteur sont également mises en avant pour attirer des lecteurs (*e.g. New study strengthens case against soil-based minerality*). L'analyse des blogs révèle également que le concept de minéralité dans les vins est aujourd'hui omniprésent dans les discours de marketing, dans la critique œnologique et les supports de communication de nombreux opérateurs (Deneulin et al., 2014).

2. Les concepts mal définis dans le contexte de la recherche scientifique

La façon dont les concepts sont organisés dans le cerveau humain peut refléter des caractéristiques distinctes du bagage culturel, historique et environnemental, en plus de propriétés universelles de la connaissance humaine (Youn et al., 2016). La plupart des gens trouvent qu'il est très difficile de fournir des descriptions intelligibles appropriées à l'expérience sensorielle (Paradis & Eeg-Olofsson, 2013). Ce fait est dû à deux principaux facteurs: a) la difficulté dans la transformation de la perception sensorielle en descriptions des représentations de connaissances à travers le langage ; et b) la rareté du vocabulaire sensoriel développé dans les différentes langues en général (Burenhult & Majid, 2011; Plümacher & Holz, 2007; Sweetser, 1990; Vanhove, 2008). Coutier (1994) souligne que parfois, les impressions ne correspondent pas à une réalité référentielle objectivable et sont soumises à une forte subjectivité. Le vocabulaire qui les décrit est marqué par le recours à l'analogie, la métaphore, des caractéristiques lexicales renforcées par la composante hédonique de la dégustation, ce qui serait à l'origine de l'utilisation de concepts mal définis.

Toutes les langues ont des ressources qui permettent aux locuteurs d'augmenter leur vocabulaire, en ajoutant de nouveaux mots et en étendant le sens des mots déjà existants (Lehrer, 2009). La création de nouveaux mots dans le vocabulaire des vins se fait normalement à travers des processus morphologiques de la langue, notamment la suffixation (Lehrer, 2009) et par le biais de l'utilisation de métaphores (Coutier, 1994). La sémantique ou « le sens exprimé par le biais du

langage », fournit un accès indirect à la structure conceptuelle fondamentale (Youn et al., 2016).

Comme il a été dit précédemment, la minéralité, malgré son ubiquité reste un descripteur complexe et mal défini. On ne sait même pas si la minéralité relève d'une modalité sensorielle en particulier ou de plusieurs modalités. On n'est pas en mesure de proposer une référence physique en vue de l'entraînement d'un panel de dégustateurs. On ne sait pas quels sont les composés chimiques à l'origine de cette sensation et on ne connaît pas les facteurs qui peuvent la produire ou la moduler. L'étude de la minéralité est donc un challenge scientifique considérable.

D'autres descripteurs mal définis comme la *complexité* et le *bouquet* ont fait récemment l'objet d'études scientifiques. Nous allons examiner comment ces deux descripteurs ont été étudiés afin de voir dans quelle mesure les approches scientifiques adoptées peuvent être transposables à l'étude de la minéralité.

2.1 La complexité

Selon le dictionnaire Larousse (2016), le terme complexité renvoie au caractère de ce qui est complexe, qui comporte des éléments divers qu'il est difficile de démêler. Ce terme complexe est fréquemment appliqué à la perception des vins (Aron, 1999; Charters & Pettigrew, 2007) et cette complexité perçue est vue comme une marque de la qualité des vins (Meillon et al. 2010). Malgré ces constats, très peu de travaux scientifiques ont été réalisés autour de ce terme.

Une première approche de ce concept a consisté à rechercher des corrélations entre la perception de la complexité et des caractéristiques sensorielles des vins telles que leur caractère boisé, fruité ou floral. Moio et al (1993) ont ainsi montré sur des descriptions de Chardonnay que lorsque l'intensité de l'odeur boisée est augmentée dans un vin, la complexité, et en particulier les composants fruité et floral sont réduits. Mettant ainsi en évidence l'importance de ces dimensions dans la constitution de la complexité.

Medel et al (2009) ont également utilisé une approche analytique pour essayer de comprendre ce qui se cache sous le terme complexité. Ils ont développé un outil de mesure de la complexité perçue des vins. A travers un questionnaire appliqué à des œnologues français et chiliens et des amateurs de vins, ils ont décomposé le concept de complexité en sept dimensions : familier, nombre d'arômes, facilité d'identification, harmonie, équilibre, persistance et puissance. Pour valider ces dimensions, les auteurs ont développé un questionnaire illustré avec des images (figure 6).

How familiar are you with this wine (does it remind you of wines you have already tasted)? _____ Not very familiar Very familiar	Are the different sensations and aromas harmonious; do they go well together?  _____  Not very harmonious Very harmonious
How many aromas can you detect in this wine?  _____  Not a lot A lot	Are the different sensations and aromas balanced, without any one being overpowering?  _____  Not very balanced Very balanced
How easy is it for you to identify or describe the different aromas of this wine?  _____  Very difficult Very easy	How long do the different sensations and aromas linger in your mouth?  _____  Not very long Very long
Are the different sensations and aromas homogeneous, do they blend well together?  _____  Not very homogeneous Very homogeneous	Are the sensations and aromas of this wine strong and powerful?  _____  Not very powerful Very powerful
Where would you place this wine on this scale (complexity)? 	

Figure 6 – Questionnaire développé par Medel et al. (2009) pour mesurer la complexité des vins.

Ce questionnaire a permis de valider certaines dimensions sensorielles associées à la complexité des vins, comme la persistance, l'étrangeité, la familiarité, l'harmonie et la quantité d'arômes.

Plus récemment, en s'appuyant sur des méthodes de la psychologie sociale, Parr et al (2011) ont proposé une autre approche pour comprendre le terme

complexité. Cette approche consistait à étudier les représentations sociales associées à la complexité des vins dans différents groupes sociaux. A travers un test d'association libre de mots ils ont demandé à des professionnels et des consommateurs, originaires d'Australie et de Nouvelle Zélande d'écrire les mots qui leur venaient à l'esprit quand ils disaient le mot inducteur « complexe ». Les participants étaient ensuite invités à : a) définir, dans le détail ou expliquer ce qu'ils entendaient par chaque mot qu'ils avaient produit (ceci étant appelé verbalisation associée) ; b) donner la priorité, par ordre d'importance à chaque mot produit, 1 étant le plus élevé ; c) évaluer le caractère positif ou négatif pour chacune de leurs réponses par rapport au mot stimulus, à l'aide d'une échelle de sept points allant de +3 à -3. Les auteurs ont montré que la complexité est une construction multidimensionnelle qui est différente selon l'expérience des participants avec le vin. Pour le premier groupe (professionnels du vin), la complexité est liée à des facteurs comme la vigne, les sols et les décisions lors de la production des vins. Pour les consommateurs, la complexité est fortement représentée par leur expérience avec les vins et la qualité perçue de ces vins.

Pour l'étude du concept de la minéralité des vins, une échelle de minéralité comme celle développée par Medel et al (2009) pour la complexité semble prématurée étant donné le manque de connaissance sur les dimensions sous-jacentes de la minéralité. En revanche, l'introduction de méthodes issues de la psychologie sociale comme celle proposée par Parr et al (2011) pourrait être intéressante dans la compréhension de la minéralité à partir de la pensée de différents acteurs de la filière vin.

2.2 Le bouquet

Le mot « *bouquet* » est une analogie à l'odeur d'un bouquet de fleurs. Martine Coutier (2007) a défini le bouquet comme « *le parfum du vin, sensible à la fois à l'odorat et au goût* ». Le même auteur a situé le contexte d'utilisation de ce mot dans l'acte de la dégustation : « *pour indiquer l'intensité (développer un bouquet) ou*

indiquer la qualité (bouquet complexe, délicat, distingué, élégant, enivrant, fin, frais, profond, suave, subtil, typé) ».

Le terme bouquet est une métaphore apparue comme descripteur des vins à la fin du XVIII^{ème} siècle. A cette époque, le vocabulaire du vin s'est complexifié pour mieux rendre compte des caractères organoleptiques du vin et des impressions qu'il procure. En effet les termes « robe », « bouquet », « arôme » et « tannin » commencent à être utilisés et deviennent usuels dans les dégustations (Coutier, 2007). Mais, scientifiquement, qu'est-ce que le bouquet ? Comment a-t-il été étudié ?

Thomas-Danguin, Ishii, Etiévant & Atanasova (2009), dans une étude sur les interactions perceptives entre les notes boisée et fruitée associent le bouquet des vins à une dimension olfactive. Le Berre et al (2007) souligne aussi cette dimension olfactive en utilisant les expressions « *bouquet aromatique* » et « *bouquet du vin* » en alternance. En revanche Deroy (2007) dans son article « Le pouvoir des goûts, science et subjectivité », révèle une autre dimension du bouquet, le « *bouquet des saveurs* ». L'auteur souligne que la perception du bouquet doit être comprise comme un goût continu et intégré qui ne peut être réduit à une juxtaposition. Le bouquet se développe lorsque des composés volatils dans la bouche et/ou dans le tube digestif supérieur sont capables de stimuler des récepteurs dans le passage nasal (Goodstein et al., 2014).

Peynaud & Blouin (2006) clarifient la distinction entre *arôme* et *bouquet* : le premier renvoie à l'ensemble des caractéristiques odorantes des vins jeunes tandis que le deuxième est un résultat du vieillissement des vins, qui se développe et se complexifie avec le temps. Pour les œnologues il est classique de considérer le bouquet comme l'ensemble des arômes tertiaires qui se forment pendant l'élevage et le vieillissement. Ribéreau-Gayon, Glories, Maujean & Dubourdieu (2006) utilisent les expressions « *bouquet de réduction* » et « *bouquet de vieillissement* » dans le contexte du vieillissement prématuré des vins blancs.

Des travaux récents ont été consacrés à l'étude de décryptage du concept du bouquet de vieillissement des vins. Dans une première étude dédiée à la conceptualisation du bouquet du vieillissement, à travers une double approche, Picard, Tempère, de Revel & Marchand (2015) ont étudié le concept de bouquet du vieillissement des vins de Bordeaux, en explorant les représentations de différents professionnels et la perception sensorielle d'un groupe d'experts en vins. Un test d'association libre a révélé qu'une pluralité de dimensions incluant des indices sensoriels et des indices évaluatifs tels que la complexité, l'équilibre et le vieillissement positif joue un rôle dans leur définition du *bouquet du vieillissement*. Les résultats du test sensoriel ont mis en évidence sept notes aromatiques différentes associées au *bouquet de vieillissement*: sous-bois, truffé, toasté, épicé, liquoreux, menthe et petits fruits rouges et noirs. Picard et al (2015) ont ensuite eu recours à une étude chimique afin d'expliquer l'influence des composés dans l'expression aromatique du bouquet de vieillissement. Pour cela, ils ont étudié le rôle du sulfure de diméthyle (DMS) et des thiols polyfonctionnels en combinant la chimie avec le sensoriel. Les résultats ont montré une correspondance entre la concentration de DMS et de deux thiols polyfonctionnels avec les notes de typicité et leur contribution dans le bouquet de vieillissement des vins de Bordeaux.

Cette approche moléculaire pourra être transposée à l'étude de la minéralité afin d'élucider des possibles marqueurs chimiques de la minéralité qui pourraient à leur tour nous donner de pistes sur l'origine du caractère minéral dans les vins.

2.3 La minéralité : premières tentatives d'élucidation

Pour mieux comprendre la minéralité plusieurs auteurs ont approché le sujet de façon assez frontale en demandant des définitions à des experts en vin et des novices. Ballester et al (2013) ont demandé à un panel de 34 experts une définition courte de la minéralité. Les résultats ont montré qu'ils définissent la minéralité à l'aide de trois sous-dimensions : une première dimension associée à la pierre, une seconde associée à l'acidité et une troisième à la mer (iodé, coquillage). Ces trois

dimensions renvoient à différentes modalités sensorielles : olfactives, gustative et parfois même tactile.

D'autres auteurs ont étudié les sous-dimensions de la minéralité, en s'appuyant sur des mesures sensorielles. Ainsi Ballester et al (2013), ont invités des experts à noter l'intensité de la minéralité perçue de vin de Chardonnay de Bourgogne dans deux conditions d'évaluation : au nez et en bouche avec un pince nez pour supprimer les informations rétro nasales. Leurs résultats ont montré que la perception de la minéralité était associée à une possible combinaison entre les sensations gustatives et olfactives. Toutefois, les résultats du test sensoriel ont montré un désaccord des experts dans leurs évaluations de la minéralité ainsi qu'une absence de corrélation entre nez et bouche. Ce qui a mis en évidence scientifiquement, pour la première fois, le manque de consensus sensoriel dans la perception de la minéralité.

Heymann, Hopfer & Bershaw (2014) ont étudié la perception de la minéralité dans les vins blancs à l'aide d'une tâche de *projective mapping* réalisée par des professionnels et des analyses descriptives effectuées par un panel d'étudiants, de l'Université de Davis ayant un intérêt pour le vin. Les résultats ont montré que les experts ont associé la minéralité avec des arômes tels que fraîcheur, agrumes, pierre mouillée et arôme chimique et le goût acide. En revanche la minéralité a été négativement corrélée avec le beurre, le caramel et les arômes boisés. Pour le panel d'étudiants, la minéralité était positivement associée à la réduction, le calcaire, les arômes herbacés et l'amertume et négativement avec le caramel et le bois comme pour les experts, mais aussi avec le miel, le fruit, le moisi et les arômes de pipi de chat.

Plus récemment, Parr et al. (2015) ont étudié la minéralité perçue sur du vin de Sauvignon blanc (huit provenant de la Nouvelle Zélande et huit de la France), en mettent en évidence la culture des participants (experts français versus néo-zélandais) et le mode de perception (orthonasal, global et retro-nasale). Ils ont montré par des régressions linéaires multiples quelles étaient les sous-dimensions

associées au caractère minérale dans le Sauvignon blanc et également quelles caractéristiques contribuaient négativement à la perception minérale des vins. Dans l'évaluation globale, et orthonasale, les descripteurs agrumes, silex/fumé, craie/calcaire, graphite et fraîcheur/acidulé étaient associées à la minéralité. En revanche, les descripteurs sucré, vert et astringent étaient corrélés négativement avec la minéralité dans la perception globale et le descripteur fruit de la passion dans les deux conditions (orthonasale et globale). Dans la condition évaluation avec pince-nez, à nouveau, la minéralité a été corrélée à la fraîcheur/acidulé, silex/fumé, craie/calcaire et graphite. Au contraire, le descripteur sucré et acidité ont contribué négativement à la perception de la minéralité. De manière surprenante, dans aucune condition d'évaluation le caractère réduit ou soufré a contribué à la perception de la minéralité, comme l'avaient suggéré les résultats de Ballester et al (2013) et Heymann, Hopfer & Bershaw (2014).

Pour aller plus loin dans la compréhension de la minéralité certains auteurs ont voulu étudier le lien entre la minéralité perçue et la composition chimique, ce qui peut donner des indications sur l'origine de la minéralité. Néanmoins, expliquer la perception par la composition chimique n'est pas une tâche facile en particulier pour un produit avec une complexité chimique comme celle du vin. Dans la recherche œnologique, la quantification chimique de molécules sensorielles est utilisée avec trois objectifs principaux : classer les types de vins de différentes régions et/ou cépages (Lund et al., 2009 ; Green, Parr, Breitmeyer, Valentin & Sherlock, 2011 ; Saenz-Navajas et al., 2015 ; Wang et al., 2016 ; Vilanova, Escudero, Grana & Cacho, 2013 ; Liu et al., 2015) ; et, pour le décryptage de descripteurs sensoriels mal-définis (Marchal et al, 2011, 2012).

Les premiers à avoir ce type d'approche ont été Baron et Fiala (2012). Ces auteurs se sont intéressés à la minéralité et le terroir et ont émis l'hypothèse que la minéralité est associée à des cations. Ils ont travaillé avec des vins issus de vignobles avec différentes compositions de sols, en attirant l'attention d'une possible influence des minéraux du sol et de l'état nutritionnel de la vigne dans l'émergence du caractère minéral des vins. Les auteurs ont conclu que le déficit nutritionnel pourrait

favoriser l'émergence de minéralité dans les vins par le biais de l'acide succinique. En revanche ils ont conclu que la composition minérale des vins, qui devrait provenir du sol, ne jouait aucun rôle sur la minéralité des vins. Le problème de cette étude est que la sélection des vins n'a pas été fondée sur une évaluation sensorielle de leur caractère minéral mais plutôt sur la réputation plus ou moins minérale des vignobles comparés. . A partir de cela leurs résultats doivent être pris avec prudence.

Par la suite Alex Maltman, géologue de l'Aberystwyth University, Royaume Uni, publie l'article intitulé « *Minerality in wine: a geological perspective* » (Maltman, 2013), en s'appuyant sur des principes géologiques, l'auteur démystifie cette idée de liaison directe entre les sols et l'émergence de la minéralité dans les vins. Il explique que la quantité des minéraux dans les vins finis est tellement infime que l'organisme humain ne pourrait pas les percevoir. Donc, il est peu probable que le goût et/ou l'arôme minéral soit issu des minéraux des sols. Toutefois, cette conclusion n'a pas pris en compte le travail de Dalton, Doolittle, Nagata, & Breslin (2000) et les effets synergiques impliquant divers ions à niveaux inférieurs au seuil de perception. Malgré ce bémol l'article de Maltman (2013) a bousculé l'opinion scientifique, et d'autres voies ont été cherchées afin de clarifier ce concept de minéralité.

Heymann, Hopfer & Bershaw (2014) ont non seulement caractérisé sensoriellement la minéralité de vins blancs de différent cépages, ils ont également voulu corrélérer ces résultats avec des analyses œnologiques classiques, comme le pH, acidité total, l'anhydride sulfureux total et libre, le dioxyde de carbone dissous, les acides organiques et les sucres résiduels. Ils ont pu montrer une forte corrélation entre la perception de la minéralité avec l'acide malique, l'acidité totale et le niveau d'acide tartrique et une association modérée avec l'anhydride sulfureux total et libre, des possibles marqueurs de réduction. Ces auteurs remarquent à la fin de leur article que « *de nouvelles recherches sur la description de la minéralité, y compris l'analyse chimique des composés volatiles, contribuerait à développer les connaissances sur l'arôme, et peut-être sur le goût et les sensations en bouche, ainsi des références pour la perception de la minéralité qui pourraient, en outre, définir ce descripteur* ».

Selon De-La-Fuente-Blanco et al (2016), comme tout produit de la fermentation alcoolique, la fraction volatile du vin contient non seulement de l'alcool, mais aussi les principaux métabolites de fermentation alcoolique, comme les alcools supérieurs et leurs acétates, les acides gras volatils et leurs esters éthyliques, des acides gras ramifiés et leurs esters éthyliques, acétoïne, le diacétyle et acétaldéhyde. Cet ensemble complexe de composés volatils, dont beaucoup sont naturellement présents à des niveaux bien au-dessus de leurs seuils olfactifs, affiche une odeur spécifique.

En ce qui concerne les arômes du vin, en accord avec Francis & Newton (2005), ces arômes ne sont pas seulement la somme des constituants individuels mais le résultat des interactions complexes entre un grand nombre de molécules chimiques. Les agents odorants peuvent interagir de façon complémentaire ou en concurrence et cela peut reproduire des effets synergiques ou antagonistes (Ferreira, 2012).

Dans ce contexte, Parr et al (2016) sont allés beaucoup plus loin dans l'exploration chimique de la minéralité. Ils ont travaillé une fois de plus avec des vins Sauvignon Blanc de la Nouvelle Zélande et la France. Ces vins ont été évalués par des professionnels de ces deux pays, dans une évaluation globale de la minéralité. Les analyses physico-chimiques comprenaient les analyses classiques, la composition aromatique volatile, les éléments et des mesures d'acides organiques. Leurs résultats ont montré des différences de perception de minéralité selon la culture des participants. Pour les participants néo-zélandais, les principaux prédictors avec une corrélation positive avec la minéralité étaient liés à la quantité de SO_2 total, d'acide hexanoïque, de Na et Ca et d'acide malique. Au contraire, l'alcool isoamylique, le succinate de diéthyle, et l'isobutanol prédisent négativement la perception de la minéralité. Pour les participants français, les prédictors associés à la perception de la minéralité ont été l'acétate d'isoamyle et le SO_2 libre. Les prédictors en opposition à la minéralité ont été l'acide tartrique et l'acidité totale. Ces résultats ont été une découverte inattendue par rapport aux hypothèses initiales des auteurs. Par exemple, alors que les auteurs attendaient une corrélation négative entre les prédictors fruités comme l'acétate d'isoamyle, ce composé a contribué positivement à la minéralité

perçue. En revanche, leur hypothèse concernant l'impact possible de la composition élémentaire du vin sur la minéralité perçue dans le vin est en partie supportée par les résultats. Pour les participants néo-zélandais les données montrent que Ca et Na, probablement présent dans le vin sous forme ionique Ca^{2+} et Na^+ , pour être des prédicteurs positifs de la minéralité en accord avec les résultats de Parr et al (2015) indiquant que le descripteur sensoriel « craie/calcaire » était un prédicteur positif significatif de la perception de la minéralité indépendamment de la culture des participants et du mode d'évaluation sensorielle.

D'après tous ces constats, ces études et méthodes de décryptage des concepts mal définis, l'ambiguïté des résultats obtenus concernant la minéralité, sa définition et ses origines restent encore un mystère à élucider.

3. Problématique de la thèse

L'Objectif global de cette thèse est de définir la minéralité des vins et mieux la comprendre en adoptant plusieurs angles d'attaque allant des représentations et leur relation avec les itinéraires de production aux aspects sensoriels et leur liens avec la composition chimique des vins (Figure 7).

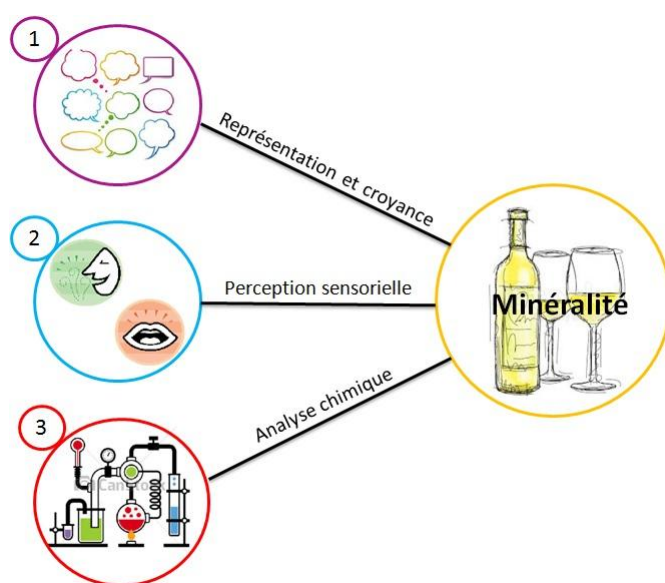


Figure 7 – Stratégie pour étudier la minéralité

Nous nous sommes intéressés à une région réputée pour ses « vins minéraux », la région de Chablis, en France. Cette Appellation d'Origine Contrôlée repose sur un sol argilo-calcaire qui date du Jurassique, des vieilles roches de 150 millions d'années, plus précisément du Kimméridgien (pour les Chablis, les Chablis Premiers Crus et les Chablis Grands Crus). Nous avons choisi d'étudier l'ensemble des acteurs et objets que comporte cette région : les producteurs de vins de Chablis, leurs pratiques de management du vignoble et de production des vins et, finalement, leurs vins.

Au long de la revue de la littérature, il a été observé que la diversité de l'utilisation de différents domaines scientifiques semble être la clef pour comprendre les concepts sensoriels mal définis. De ce fait, nos études ont été basées sur une dynamique multidisciplinaire comprenant des enquêtes et tâches d'association libre, qui ont permis d'accéder aux représentations de la minéralité des vins (Chapitre 2) ; des enquêtes sur les pratiques de production de vins, qui nous ont permis de construire une typologie de production et une observation des croyances des producteurs (Chapitre 3) ; des séances sensorielles avec notation de l'intensité de la minéralité, description des vins avec l'aide d'une liste de descripteurs et description libre des vins (Chapitre 4 et Chapitre 5) et finalement, des méthodes instrumentales (analyses chimiques) des vins (Chapitre 5). De ce fait, notre approche est ancrée dans les domaines comme la psychologie sociale, la sociologie, l'évaluation sensorielle et la chimie.

La littérature montre également que plusieurs sous-dimensions de la minéralité ont été mises en évidence dans des publications fondées sur des séances de dégustation de vins de Chardonnay en France (Ballester et al., 2013), de Sauvignon Blanc en France et Nouvelle Zélande (Parr et. al., 2015 ; Parr et. al., 2016) et plusieurs cépages aux Etats Unis (Heymann, Hopfer & Bershaw, 2014). Dans cette thèse nous nous intéresserons aux représentations sociales de la minéralité dans deux groupes sociaux, producteurs et consommateurs. Nous nous intéressons aussi aux sous-dimensions de la minéralité plus spécifiquement dans le cas du vin de Chablis. Nous essayerons également de découvrir l'origine chimique de la minéralité, en suivant le

raisonnement suivant : *La minéralité des vins a été associée à différents descripteurs sensoriels. Les descripteurs ont une origine dans les sensations perçues, provoquées par des combinaisons de molécules et leurs interactions avec l'organisme humain. La connaissance de l'origine métabolique de ces molécules peut permettre de pointer vers des origines possibles dans une des étapes de production du raisin ou de fabrication du vin*

Chapitre II

Représentation sociale de la minéralité des vins

A. Introduction

« La pensée est un discours que l'âme se tient à elle-même »

Théétète, Platon

Le chapitre 2 est consacré à l'étude du mot minéralité et les représentations qu'il renvoie chez les producteurs Chablisiens et chez les consommateurs des vins de Chablis. Nous allons nous intéresser, plus spécifiquement, à la structure de ces représentations. Par ce fait, nous avons travaillé avec la théorie du noyau central (Abric, 1976).

1. La théorie des représentations sociales

Les représentations sociales sont nées du concept de représentations collectives énoncé par Durkheim en 1898. Toutefois, c'est avec le psychosociologue Serge Moscovici que le concept de représentation sociale s'élabore véritablement. Dans son livre *"La psychanalyse, son image et son public"* (1961), il s'attache à montrer *"comment une nouvelle théorie scientifique ou politique est diffusée dans une culture donnée, comment elle est transformée au cours de ce processus et comment elle change à son tour la vision que les gens ont d'eux-mêmes et du monde dans lequel ils vivent (p. 385)»*.

Selon Jodelet (1989), les représentations sociales sont *«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)»*. Également désignée comme « savoir de sens commun » ou encore « savoir naïf », « naturel », cette forme de connaissance est distinguée, entre autres, de la connaissance scientifique. Mais elle est tenue pour un objet d'étude aussi légitime que cette dernière en raison de son importance dans la vie sociale, de l'éclairage qu'elle apporte sur les processus cognitifs et les interactions sociales.

Cette forme de connaissance, selon Moscovici (1961) contient trois dimensions : l'attitude, qui exprime un positionnement, une orientation générale,

positive ou négative par rapport à l'objet de la représentation ; l'information, qui renvoie à la somme et à l'organisation des connaissances sur l'objet de la représentation, plus ou moins nombreuses, variées, précises ou stéréotypées, et le champ de la représentation, qui est un ensemble d'informations organisées et structurées relatives à un objet, le contenu d'une représentation étant constitué d'éléments à la fois cognitifs et affectifs.

Jean Claude Abric en 1976, afin d'explorer le champ de la représentation, créa la « théorie du Noyau Central » (Figure 8). Selon ce modèle, une représentation sociale s'organise autour d'un noyau central, composant fondamental 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 (Abric, 2003). Les autres éléments, dits « périphériques » se localisent autour du noyau central, mais n'ont pas la même fonction et importance. Ce sont le résultat d'une idiosyncrasie au sein du groupe étudié.

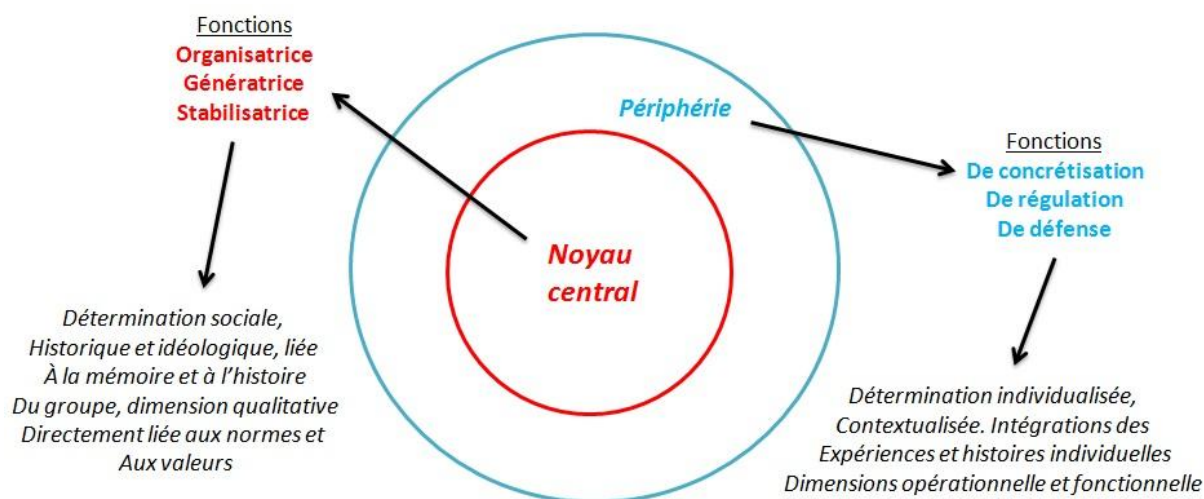


Figure 8 – Théorie du Noyau Central (Abric, 1976)

Pour accéder au contenu de la représentation sociale, diverses méthodes d'étude de représentations sont apparues que l'on peut regrouper sous les noms de méthodes « directes et indirectes ». Les méthodes dites indirectes ou

comportementales (Mouret, 2012) ont pour objectif d'accéder aux représentations implicites, non exprimables, aux activités mentales à l'œuvre dans la comparaison ou le classement d'objets (Richard & Urdapilleta, 2014). Ces méthodes ont aussi pour objectif d'étudier les regroupements d'objets, en prenant en compte leurs similarités et/ou différences (Manetta & Urdapilleta, 2011).

Les méthodes dites « directes ou verbales », comme les tâches d'associations libres ou les interviews, ont pour but accéder aux représentations explicites des individus, elles visent à faire verbaliser les principes qui sous-tendent les activités mentales et à identifier les connaissances utilisées dans les raisonnements (Richard & Urdapilleta, 2004). Afin d'accéder au contenu et à l'organisation de la représentation de la minéralité, nous nous sommes focalisé sur ces méthodes directes.

Dans la littérature sur les méthodes directes, il existe une diversité de méthodes de repérage de l'organisation et de la structure des représentations, parmi lesquels le *réseau d'associations* (de Rosa, 2003), la méthode des *schémas cognitives de base* (Guimelli & Rouquette, 1992) et *l'évocation hiérarchisée* (Abric & Vergès, 1994). Cette dernière a été largement employée dans la recherche en science de l'alimentation (Bartels & Reinders, 2010; Bäckström, Pirttilä-Backman & Tuorila, 2003, 2004; Huotilainen & Tuorila, 2005; Onwezen & Bartels, 2013 ; Gómez-Corona et al, 2016 ; Ribeiro, Barone & Behrens, 2016).

Dans cette thèse nous avons utilisé l'évocation hiérarchisée comme point de repérage. Ainsi que la théorie du noyau central comme point d'éclairage de la structure de la représentation de la minéralité de deux groupes sociaux: un groupe constitué de producteurs Chablisiens, et un groupe de consommateurs de vins de la région de Dijon.

Ce travail de recherche a été présenté dans deux conférences internationales (voir en annexe):

Chapitre II - Représentation sociale de la minéralité des vins

- 9th Annual American Association of Wine Economists Conference, à Mendoza, Argentine.
- 11th Pangborn Sensory Science Symposium, à Göthenbourg, Suède.

Ce travail de recherche a été également publié dans la revue scientifique à comité de lecture *Food Quality and Preference* (juillet 2015).

B. Article publié dans la revue *Food Quality and Preference* (juillet 2015)

Food Quality and Preference 46 (2015) 166–172



Contents lists available at ScienceDirect

Food Quality and Preference

journal homepage: www.elsevier.com/locate/foodqual



Structural approach of social representation: Application to the concept of wine minerality in experts and consumers



Heber Rodrigues^{a,b,*}, Jordi Ballester^{b,c}, Maria Pilar Saenz-Navajas^d, Dominique Valentin^{b,e}

^a Université de Bourgogne, Dijon 21000, France

^b Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation, UMR 6265 CNRS, UMR 1324 INRA, France

^c IUVV Jules Guyot, Université de Bourgogne, 1 rue Claude Ladjey, 21078 Dijon, France

^d Laboratorio de Análisis del Aroma y Enología (LAAE), Department of Analytical Chemistry, Aragon Institute for Engineering Research (IZA), Universidad de Zaragoza, Asociale Unit of Instituto de Ciencias de la Vid y el Vino (ICVV-CSIC-UR-GR), C/Pedro Cerbuna 12, 50009 Zaragoza, Spain

^e AGROFUP, Université de Bourgogne, 1 Esplanade Erasme, 21000 Dijon, France

ARTICLE INFO

Article history:

Received 30 April 2015

Received in revised form 29 July 2015

Accepted 30 July 2015

Available online 31 July 2015

Keywords:

Sensory description

III-defined concept

Expertise

Social representation

Wine minerality

ABSTRACT

In recent years the sensory evaluation field has been moving from the traditional sensory descriptive methodologies towards consumer based methodologies. Sensory descriptions are not confined to sensory evaluation. In everyday life, people use also descriptions to communicate about products sensory properties. The theory of social representation offers a new approach for studying the meaning of the terminology used in these everyday life descriptions. One implication of this theory is that meaning is created through a system of social negotiations rather than being a fixed and finite code. The goal of the present study was to understand the meaning of the concept of wine minerality in different social groups, through the social representation theory. For this purpose, we worked with 40 winemakers from Chablis, France, and 47 wine consumers from Burgundy. We used a verbal association task with the word *minerality* as a prompt. Participants had to write down all the words that came to their mind when they heard the word *minerality* and to rate both the importance and the valence of these words. Data were subjected to a prototypical analysis to identify the core and peripheral areas of experts' and consumers' social representation. Results showed that winemakers and wine consumers have a different way to represent and conceptualize minerality. The central core of winemakers' social representation is formed by terms that give an idea of minerality coming from "a place" (*Chablis*, *geology* and *terroir*) and having a specific sensory characteristics (*Shellfish*, *chalky* and *freshness*) linked to this place. This representation is comforted by the elements of the first periphery (*stone*, *acidity*, *gunflint* and *salty*). For wine consumers, both the central core and the first periphery consist of only one term each (*terroir* and *stone* respectively). Sensory characteristics linked to this idea of *terroir* appear only in the third and fourth peripheries indicating that they are neither shared nor stable as it was observed by winemakers. Finally, the valence results showed that minerality have a positive connotation in both groups, which results in a sensory descriptor denoting quality.

© 2015 Elsevier Ltd. All rights reserved.

1. Introduction

In traditional sensory sciences, product descriptions are obtained from the perceptions of a group of qualified judges (Stone, Bleibaum, & Thomas, 2012) and involve the detection and discrimination of both the qualitative and quantitative sensory components of a product (Meilgaard, Civille, & Carr, 1991). The most classical method is the "Quantitative Descriptive Analysis"

or "QDA" (Stone, Sidel, Oliver, Woolsey, & Singleton, 1974). QDA provides good quality data however as a counterpart of this quality, it requires extensive training before the panel can be used as a reliable sensory instrument to ensure that the vocabulary and evaluation scales are used consistently, and that the judges present consensus, ability to discriminate samples and repeatability (Da Silva et al., 2013).

Yet, sensory descriptions are not confined to sensory evaluation. In everyday life, people use also descriptions to communicate about products sensory properties. For example, sensory descriptions made by wine critics play an important role in guiding consumer's purchases. Consumers have rarely the opportunity to

* Corresponding author at: Université de Bourgogne, Dijon 21000, France.

E-mail addresses: hrodrigues@diijon.inra.fr, hebermayca@yahoo.com.br (H. Rodrigues).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodqual.2015.07.019>

0950-3293/© 2015 Elsevier Ltd. All rights reserved.

taste the wine they are about to purchase in a store. They have to rely on either written comments on the bottle back labels or written reviews from wine critics. Those sensory descriptions are quite different from descriptions obtained from traditional descriptive tests. The attributes they use tend to be multidimensional and not always consensual (Lesschaeve, 2006) but does that mean that they do not convey any important meanings?

Analytical sensory evaluations such as QDA provide objective description of the product whereas consumer or expert descriptions are influenced by potential interactions of sensory properties and other factors such as beliefs or representations. An illustration of this phenomenon is the recent apparition of the term minerality in wine description: The use of this term skyrocketed in the last 10 years in all kind of supports (wine critics and marketing materials) while no satisfactory definition exists. The first attempt to define minerality was made by the linguist Martine Coutier (2007) in her “Dictionnaire de la langue du vin”. The definition was simply “related to the taste of rocks and minerals”. The limits and the lack of precision of this definition have been proven by recent literature (Ballester, Mihnea, Peyron, & Valentin, 2013; Deneulin, Le Bras, Le Fur, & Gautier, 2014; Peynaud & Blouin, 2013). To date, wine minerality lacks a precise and complete definition (Coutier & Marchand, 2011; Peynaud & Blouin, 2013) and its use is such that it appears to be a fad (Deneulin et al., 2014). Usually wine minerality is associated with several descriptors including taste such as acid or salt and aroma such as flint, stone, iodine, chalk, fresh or smoked (Ballester et al., 2013; Deneulin et al., 2014; Heymann, Hopfer, & Bershaw, 2014; Lund et al., 2009; Parr, Ballester, Peyron, Grose, & Valentin, 2015; Parr, Valentin, Green, & Dacremont, 2010).

In recent years the sensory evaluation field has been moving from the traditional sensory descriptive methodologies towards consumer based methodologies. And currently, a large number of qualitative methods used in psychology and marketing food research have been shown to be effective and innovative tools for the sensory evaluation field (Stone et al., 2012). Among those methods, projective techniques, originally developed for clinical use (Donoghue, 2000), have been introduced in food research (Ares & Deliza, 2010; Ares, Giménez, & Gámbaro, 2008; Dean et al., 2006; Guerrero et al., 2010; Kooijmans & Flores-Palacios, 2014; Rozin, Kurzer, & Cohen, 2002; Son et al., 2014). Among the projective techniques, the association tasks are the most commonly employed (Donoghue, 2000), more specifically, the free word association task. This task “provide verbal or visual stimuli which, through their information, their indirection, and concealed intent, encourages respondents to reveal their unconscious feelings and attitudes without being aware that they are doing so” (Will, Eadie, & Macaskill, 1996, p. 38). The free word association task besides having utility in describing attitudes towards food (Rozin et al., 2002) also permits to reveal consumers’ mental representations (Son et al., 2014) by accessing the cognemes underlying these representations (Lahlou & Abric, 2011). This task can also be an indicator of socially shared knowledge and as such can reveal social representations.

According to Moscovici and Herzlich (1973) social representations enable “... communication to take place amongst members of a community by providing them with a code for social exchange and a code for naming and classifying unambiguously various aspects of their world and their individual and group history ...” (p. 13). The implication of this theory is that meaning is created through a system of social negotiations rather than being a fixed and finite code. Language is thus socially embedded and words are given special meaning within particular social groups. In this framework concepts can be understood as “a form of knowledge socially developed and shared with practical designs and contributing to the construction of a reality common to a social group” (Jodelet, 1989, p. 36).

The theory of social representation offers a new approach for studying the meaning of ill-defined concepts in food science such as the concept of minerality in wine. This approach began to be widely used in the last decade to approach new foods (Bartels & Reinders, 2010; Bäckström, Pirttilä-Backman, & Tuorila, 2003, 2004; Huotilainen & Tuorila, 2005; Onwezen & Bartels, 2013). To explore this approach we will use wine as an example as wine description by winemakers and wine consumers plays an important role in wine choice and purchase. We hypothesize that wine descriptions might reflect the implicit imaginary and beliefs about wine characteristics and that the social representation perspective might provide a framework for understanding the thinking of wine professionals and wine consumers. Previous work showed that wine can be considered as an object of social representations. For example, Simonnet-Toussaint, Lecigne, and Keller (2005) showed the existence of a social consensual representation of wine among young adults structured around the ideas of pleasures of the table and conviviality. This consensual representation of wine seems, however, to be dependent on the origin and the level of knowledge of the respondents. Other factors such as expertise level (Lo Monaco & Guimelli, 2008), consumption practice, variations in position-taking in different normative contexts (Lo Monaco & Guimelli, 2011), wine consumption and social construction of normality (Lo Monaco, Gausson, & Guimelli, 2009), wine marketing application (Guimelli, Brel, Piermattéo, & Lo Monaco, 2012) and cultural environment (Mouret, Lo Monaco, Urdapilleta, & Parr, 2013) seem to be critical for the construction of wine social representations.

On a different line, Parr, Mouret, Blackmore, Pelquest-Hunt, and Urdapilleta (2011) showed the interest of using the social representation framework to investigate the meaning of ill-defined concepts. They were interested in what is meant by the term “complexity” as applied to wine by wine professionals and consumers. They showed that wine professionals’ social representation of complexity was associated to extrinsic factors such as oenological process and terroir variables, whereas wine consumers’ representation was related to their experience of consuming wine and were personalized and subjective. The goal of the present study was to extend Parr et al. (2011) approach to understand the meaning of the concept of wine minerality in winemakers and wine consumers.

Since the concept of social representation was first proposed by Moscovici, 1961, several methods have been developed to investigate social representations content. The present work follows the structural approach of social representation developed by Abric (1976). According to this approach, social representations, regardless of content, are composed of elements linked together by relations. These elements do not have the same status and the same function. Some form a central system. They generate a sense of representation, are stable and consensual, shared by all, have associative and symbolic properties and are not negotiable. These central elements have the status of evidence and help provide a framework for interpreting and categorizing new information (Abric, 1987). Other elements form a peripheral system that supports the heterogeneity of the group, are flexible, scalable and have the function of allowing adaptation to reality, differentiation of content and protect the central system (Abric, 1994). Thereby, a representation has a “content” (i.e., information, opinions, beliefs, attitudes) also called the “elements” of the representation and a “structure” (Lo Monaco & Lheureux, 2007).

The structure of social representations can be analyzed using the so-called prototypical approach proposed by Vergès (1992). This method analyzes both the frequency and the evocation rank of the elements generated during a word association task. The intersection of these two criteria constitutes an indicator of the centrality of an element (Abric, 1994) with central elements being

characterized by higher frequencies and lower ranks. However, this approach has been questioned because, in accordance with Jones (1958) and Winnick and Kressel (1965), cited by Dany, Urdapilleta, and Monaco (2014) “The emotional quality or the abstract character of a stimulus interacts with the frequency of its use, which may lead to a delaying effect in the production of certain associations”. Abrie (2003) proposes substituting the evocation ranking by an importance ranking, where each participant is asked to rate the importance of each word generated on a scale. Dany et al., 2014 in a recent study comparing the rank-frequency and importance-frequency methods showed that the a posteriori ranking of representational elements allows the available knowledge on the object of representation to be re-contextualized and the accent to be placed on the indispensable aspect of the social element. In this paper we will focus on the combination of these two criteria: frequency and rated importance.

From this perspective, the overall objective of the present study was to investigate the content and the structure of social representation of the object “minerality in wine” in two social groups: winemakers and wine consumers. More specifically, we aimed at addressing the following questions: Do winemakers and wine consumers share a common representation of minerality? What is this representation?

2. Methods

2.1. Participants

Forty winemakers (60% men and 40% women, aged between 23 and 61 years old) from Chablis, a French wine region known for the a priori minerality of its wines and forty-seven wine consumers from Burgundy (59% men and 41% women, aged between 19 and 59 years old) were interviewed. The wine consumers were selected so as to match roughly the socio demographic characteristics of wine producers (age, gender, education level). Most winemakers were born in Chablis and descended from traditional families in the wine production. Consumers were regular white wine consumers: they consumed wine at least four times a week and 55% declare preferring consuming white wine rather than red, rosé or sparkling wines. Among them 11% regard themselves as connoisseurs, 42.5% as wine lovers, 38% as normal consumers, and 8.5% as novices.

2.2. Procedure

The interviews were conducted individually, and lasted about fifteen minutes. Participants were first asked to read and sign a consent form. Then, they had to write all the words which came spontaneously to their mind when prompted with the inductor words *skies* and *home*. After this familiarization phase, when participants were comfortable with the procedure, the study began. The test started with the following instruction: “When I say the word “minerality”, what comes to your mind?” They were free to produce the amount of words they wanted. Then, participants had to assess the importance of each word they produced in the previous step on a ten-point scale ranking from 1 (not important) to 10 (very important). Finally, they were asked to rate the valence of each word on a seven-point scale ranking from –3 to +3.

3. Data analysis

3.1. Formatting and categorization of evoked words

The corpus produced by the two groups of participants was first analyzed using a thematic content analysis to categorize and quantify the participant’s free associations. The collected words were

first lemmatized. This was done by identifying root words and reducing all words to their root. Words that referred to the same semantic universe were then combined to form categories through a triangulation process (Abrie, 2003). Three researchers participated in this step, each forming separately their categories. The categories of the three researchers were then compared and the final categories decided consensually.

3.2. Diversity and rarity index of representational elements

To indicate the degree of social sharing or idiosyncrasies about the inductive term, following Rouquette and Flament (2003), we calculated diversity and rarity indexes. The diversity index is computed as the ratio of the number of different evoked words prior lemmatization and categorization (noted T for type) to the total number of evoked words (noted N). The smaller the index, the smaller the diversity, with a value of one indicating a maximum diversity (i.e., T is equal to N and thus all participants generated different words). The rarity index corresponds to the proportion of words cited only once (noted H for Hapax) divided by the number of different evoked words (T).

3.3. Frequency-importance analysis

To find the central core and peripheral areas of social representation of wine professional and wine consumer groups, we used the prototypical analysis inspired by the works of Vergès (1992) and Vergès, Tyszka, and Vergès (1994) and adapted by Abrie (2003). This analysis was carried out after the lemmatization and categorization phases. We first calculated two criteria for each category: (a) the frequency of occurrence of the category and (b) the average importance of the category. The categories mentioned only once were discarded from the analysis. Then a frequency and an importance cutoff point were determined. Following Vergès (1992), the frequency cutoff point was obtained by visually displaying the frequency of occurrence of categories in decreasing order. The cutoff point was taken to be the frequency at which the difference between two successive frequencies is maximal. Following Abrie (2003) the importance cutoff point was obtained by averaging the importance criteria across categories. The categories with a frequency higher than the frequency cutoff point were classified as high frequency and the other ones as “low frequency”. Likewise the categories with importance criteria higher than the importance cutoff point were classified as high importance and the other ones as low importance. The categories were then cross-tabulated in a 2 × 2 table (Fig. 1) representing the four distinct zones of the representation. The top left cell of this table represents the categories that are both “high importance and high frequency”. These categories compose the central core of the representation. The top right cell represents the categories that are both “high frequency and low

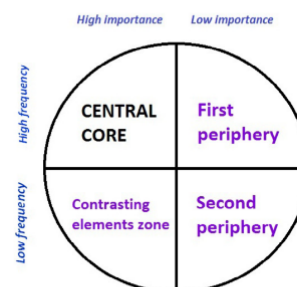


Fig. 1. The four representation zones emerging from prototypical analysis of social representation (Abrie, 2003).

importance". These elements correspond to the first periphery of the representation. The bottom left cell represents the categories with "low frequency and high importance". This cell corresponds to elements susceptible to change or "contrasting elements zone". The bottom right cell represents the categories that are both "low frequency and low importance". These categories correspond to the second periphery of the representation.

3.4. Centrality index of central core elements (INCEV)

Once the central core, peripheral areas and the area of contrast elements have been defined, we calculated the centrality of the core elements using the INCEV index. This index is calculated by dividing the frequency of occurrence of each core category by the total number of participants. The INCEV index varies between 0 and 1 and when INCEV tends to 1, the element tends to be more central (Wachelke, 2009).

3.5. Polarity index

The polarity index (De Rosa, 2002) is calculated as the ratio of the difference between the number of positive and negative categories to the total number of evoked categories. This index ranges between -1 and +1; a value between -1 and 0.05 indicates that most of the words have negative connotations. A value between -0.04 and +0.04 indicates an equal number of positive and negative connotations. A value between 0.04 and 1 indicates that most words have positive connotation.

4. Results

4.1. Characteristics of the corpus: diversity and rarity indexes

The characteristics of the corpus generated by the two groups of participants are presented in Table 1 along with the diversity and rarity indexes. After the triangulation process (lemmatization and categorization) we stayed with 22 categories of words from winemakers and 29 categories from wine consumers. Globally, winemakers tended to produce more words (5.5 words per participant on the average) than wine consumers (4.63 words per participant on the average), however, the difference was not significant at $\alpha = 5\%$ ($t(85) = 1.755$, $p < 0.08$).

The relatively low diversity index (less than 0.5) and low rarity index (more than 0.5) obtained for winemakers and to a lesser extent for wine consumers suggest the existence of a structured representation for both groups. This structured representation seems however to be stronger for winemakers than consumers as winemakers tend to be more consensual than wine consumers who have a higher tendency to produce hapax ($\chi^2 = 8.19$, $p < 0.01$). This idiosyncrasy tendency of consumers is also reflected by a higher rarity index which may result from a considerable heterogeneity in the consumers' level of expertise.

4.2. Frequency-importance analysis of the winemaker and consumer corpus

The cutoff citation frequencies are equal to nine for winemakers and 11 for consumers. All categories of words that have a frequency above nine for winemakers and 11 for consumers were classified as having a high frequency, and those below those values were classified as having a low frequency. The average importance scores are equal to 7.7 for winemakers and 7.2 for consumers. All categories with an importance score above these values were classified as having a high importance, while those with an importance score below were considered as having a low importance.

Table 1
Characteristics of winemakers ($N = 40$) and wine consumers ($N = 47$) corpus.

	Winemakers	Wine consumers
Total evoked words	221 (5.50%)	218 (4.63%)
Quantity of types	81 (2.02%)	111 (2.36%)
Quantity of HAPAX	50 (1.25%)	83 (1.76%)
Diversity index	0.37	0.51
Rarity index	0.62	0.75

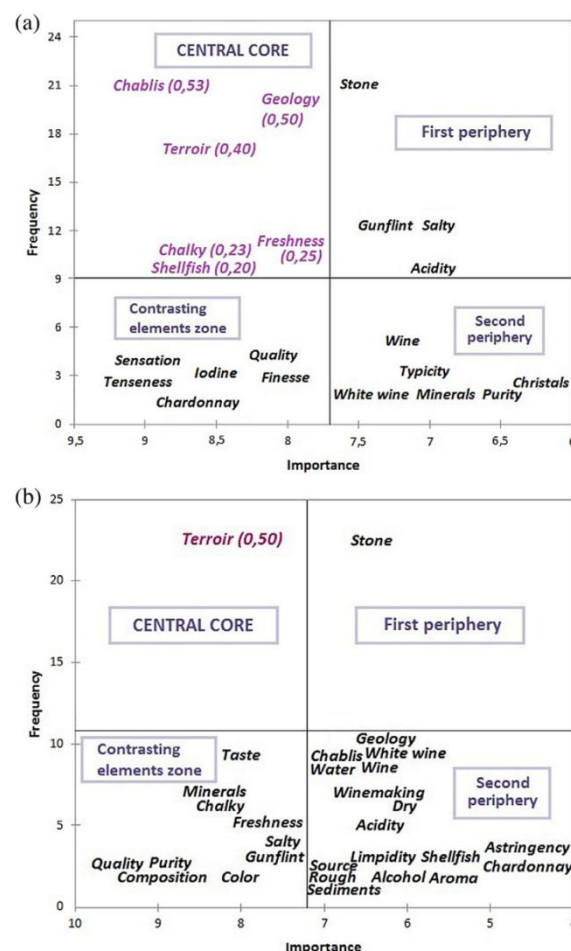


Fig. 2. The four representation zones of minerality for (a) winemakers and (b) consumers. The numbers in parentheses below the categories in the central core represent the centrality index.

Fig. 2a and b shows the classification of the categories emerging from these cutting points for winemakers and consumers, respectively.

The top left cell of Fig. 2a and b represents the categories with high frequency and high importance. This cell corresponds to the central core zone of the social representations and includes stable, shared and consensual elements. For winemakers, this area includes two main dimensions. The first one is related to terroir and soils with categories such as *Chablis*, *geology* and *terroir* and the second one to sensory properties, such as *freshness*, *chalky* and *gunflint*. The centrality indexes show that among these two dimensions the terroir and soil dimension is the most central one

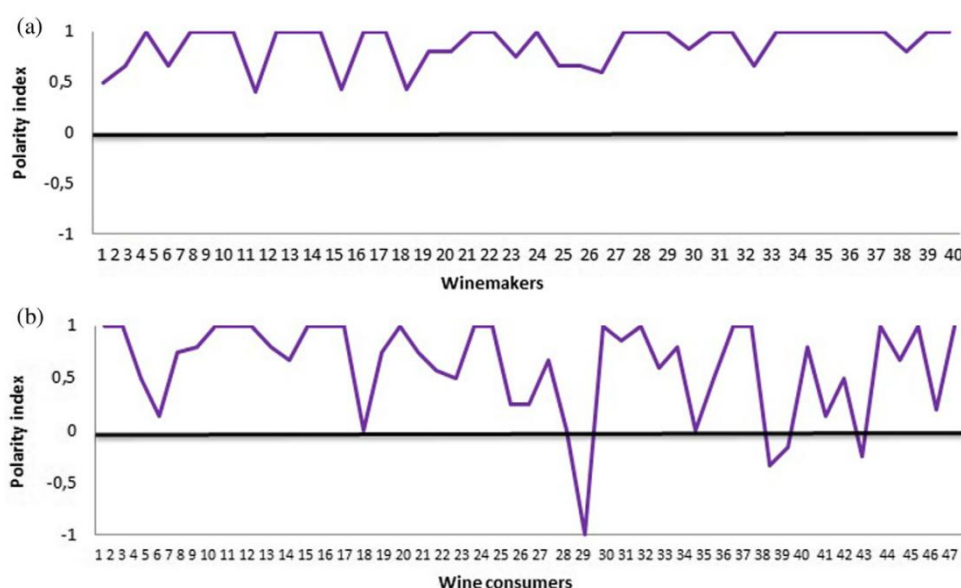


Fig. 3. Polarity index calculated for (a) winemaker and (b) wine consumers.

with a centrality index above 0.40. The sensory dimension is less central with indexes between 0.20 and 0.25. For wine consumers, the central core consists of a single dimension with a single element: *terroir* and a centrality slightly higher than of winemakers (0.50 vs 0.40).

The top right cell represents the categories that have both a high frequency and a low importance. This cell constitutes the first periphery of the representation and includes secondary elements of the representation. For winemakers, this area includes the same two dimensions as the core area with a single element (*stone*) for the *terroir* and soil dimension, and three elements for the sensory dimension: *gunflint*, *salty* and *acidity*. For wine consumers, the first periphery contains only the word *stone* that relates to the *terroir* and soils dimension.

The bottom left cell represents the categories with a low frequency and a high importance. This cell corresponds to the contrasting zone and includes elements susceptible to change. This cell can reveal the existence of a subgroup carrier of different representation. For this subgroup, the element of the contrasting zone might constitute the central core in addition to the elements spotted in the top left cell. This cell also hosting elements that can be complements of the first periphery. For winemakers, it comprises elements that evoke sensory properties such as *iodine*, *tenseness*, and *sensation* as well as elements related the quality of wines, such as *quality* and *finesse*. For wine consumers, this area includes elements related to sensory properties, such as *taste*, *chalky*, *freshness*, *salty*, *gunflint* and *color*.

Finally, the bottom right cell represents the categories that have both low frequency and low importance. This cell corresponds to the second periphery of the representation and includes more idiosyncratic elements. For winemakers, this area includes general elements such as *wine*, *white wine*, *minerals*, *typicity* and elements that evoke the idea of purity, such as *crystals* and *purity*. For wine consumers, this cell is the most numerous one. It includes three main dimensions which appear in the core and first periphery for winemakers. The first dimension is a sensory dimension and includes elements such as *shellfish*, *astringency*, *dry*, *acidity*, *aroma*, *rough*, *limpidity* and *alcohol*. The second one is again a *terroir* dimension including elements such as *Chablis* and *sediments*. The

Table 2

Evoked categories and respective valences scores for winemakers (WM) and wine consumers (WC).

Categories and valence score from WM	Categories shared and valence score from WM and WC	Categories and valence score from WC
Typicality +3	Purity +2;+3	Source +2
Finesse +2	Quality +3;+2	Winemaking +2
Tenseness +2	Terroir +2;+2	Water +1
Crystals +2	Chablis +2;+2	Composition +1
Iodine +1	Freshness +2;+2	Color +1
Sensation +1	Geology +2;+2	Taste +1
	Gunflint +2;+2	Aroma +1
	Wine +2;+2	Sediments +1
	Stone +2;+1	Dry 0
	Salty +2;+1	Astringency 0
	Shellfish +2;+1	Limpidity 0
	Chalky +2;+1	Alcohol -1
	Chardonnay +2;+1	Rough -2
	Minerals +1;+2	
	White wine +1;+1	
	Acidity +1;0	

third dimension is a general dimension including elements such as *wine*, *white wine*, *water*, *winemaking*, *chardonnay* and *source*.

4.3. Implicit attitude of participants

Fig. 3a and b shows the average valence given by winemakers and consumers. The main point on these figures is that, in both groups, most participants associated a positive valence to the words they produced relative to “minerality”. Besides this general tendency some differences can be noted. Winemakers were more positive and homogeneous in their ratings: their average rating varies from +0.4 to +1. Among the consumers four had negative scores and the average score of the other judges varies from 0 to 1. Among the terms negatively evaluated by consumers we found alcohol, acidity and rough (Table 2).

When we compare the valence results with the areas of social representations, we can see that for winemakers, the terms located

in the area of contrasting elements, *typicality* and *quality* are those that had a higher positive connotation. This higher connotation is due to the fact that the association they made with minerality was mainly linked to where the mineral wine is produced and how the wine is qualified in a subjective way.

5. Discussion

The present experience investigated the content and the structure of social representation of the object “minerality” in two social groups: winemakers and wine consumers. From a socio-psychological reflection, the structural design of social representations consists of various patterns, interacting, under the control of a very deep organizational structure, the central core. For this purpose, we employed the free word association procedure and the central core theory to reveal the structure and organization of this representation.

In relation to our question, we observed that whereas winemakers' and wine consumers' social representation of minerality have common elements these elements are organized differently. Both groups shared a category in the central core, the category “*terroir*”. However, the central core for winemakers is based on the idea that minerality has a sense of “place” represented by elements such as *Chablis*, *geology* and *terroir*. For them, wine minerality coming from the *terroir*, belongs to the formation of the soil where the grapes are grown and it is a specific characteristic of wines from Chablis. The central core of winemakers' representation, unlike that of consumers, also includes “sensory properties”, described by several elements, such as *shellfish*, *chalky* and *freshness*. This association of minerality with *terroir* and *freshness* was also reported in a recent study by Deneulin and Bavaud (2015) carried out with French-speaking wine professionals from Switzerland and France.

According to the social representation literature the central core is strongly marked by the collective memory of a given group and the standards to which it refers. It is characterized by an essential property, the stability. In our results only “*terroir*” is shared by both groups, which indicates that *terroir* is the only stable element in the representation regardless the context. This result suggests that the concept of minerality is anchored in the imaginaries of people. Indeed, Maltman (2013) showed the improbability of a direct link between the soil where the vines are grown and the emergence of mineral notes in wines. The mineral concentration present in wines coming from soil is so low (trace level) that the probability of being perceived by humans olfactory or gustatory systems is nearly null.

The peripheral zones of social representations have a role of concretization, regulation and protection of the central core. This role appears clearly in the first periphery for both groups. For winemakers, the first periphery has categories like *stone* alluding to the more central categories of representation, *Chablis*, *geology* and *terroir*, and sensory related categories such as *gunflint*, *salty* and *acidity*, in direct relationship with sensory categories also present in the central core, like *freshness*, *chalky* and *shellfish*. For wine consumers, the central core is strongly supported by the category directly present in the first periphery: *stone*. In the contrasting elements zone and second periphery, from winemakers group, we can observe elements that give sustainability to this notion of place, such as *typicity*, like a wine characteristic; *chardonnay* and *white wine*, such as grape variety and type of wines from Chablis and finally, *minerals*, with an allusion to the ground geology. In the contrasting elements zone, where we find categories evoked by a few participants but with a high importance. This zone contains categories that may be part of a minor sub-group bearer of a different representation or a complement of the first periphery. From

winemakers this case has categories like *sensations*, *quality*, *finesse*, *tenseness*, *iodine* and *chardonnay*, and from wine consumers, *gunflint*, *salty*, *purity*, *color*, *taste*, *freshness*, *minerals* and *chalky*. What remains clear that winemakers and wine consumers shared also sensory dimensions in their representations but, these dimensions are more important to the former than the latter. Among wine consumers' sensory dimensions categories we can observe some with a negatively connotation, *alcohol* and *rough*, and neutral connotation, *dry*, *astringency*, *limpidity* and *acidity*. *Acidity* is defined like neutral for wine consumers but positively always defined for winemakers. These results reveal the strong minerality positive connotation for producers.

Taken together our results suggest different origins of the minerality representation for winemakers and wine consumers. Winemakers seem to have built their representation of minerality according to what Jodelet (1984) named a contextual and belonging dimension. This dimension relies predominantly on cognitive process. Winemakers' representation of minerality and its link with *terroir* is then transferred to wine consumers through different channels (press, wine tasting sessions, marketing). Wine experts' discourse relating minerality to wines from specific wine regions and geological formation suggest that experts' representation could also emerge from their social practice. This discourse is then adopted by wine consumers.

6. Conclusion

The current study has demonstrated how winemakers and wine consumers represent wine minerality. *Minerality* is related to the place where the vines are grown and where the wines are made. Even if a scientific explanation to confirm this representation is contested, the strong theory that minerality is the result of the *terroir* is widely petrified in the imaginary of wine experts and consumers. In addition, our results showed that the social representation prototypical approach can be used to understand how different social groups understand ill-defined concepts.

This study was exploratory and as such presents some limitations. First as already noted the consumers were rather heterogeneous in term of wine knowledge going from novice consumer to oenophiles. The relatively low number of consumers interviewed in this study did not allow us to perform consumer segmentation and thus further work will be needed to evaluate whether the absence of shared sensory dimensions of minerality is due to this heterogeneity. Second we use a continuous association task rather than a discrete one, in which the number of terms produced is limited, which might also have contributed to the large number of idiosyncratic terms produce by consumers. Finally this study was circumscribed to a very narrow geographical area: Chablis and would merit to be extended to a larger area including both new world and old world wine producers to evaluate whether the notion of *terroir* will always constitute the central core of the minerality representation.

Minerality had been used as a marketing argument in the past years regarding the level of knowledge of the consumers. This work suggests that although minerality might trigger imaginary representations linked to the concept of *terroir* and is generally associated with the quality of wine, its sensory counterparts such as *gunflint* or *chalky* might not be well understood by most consumers and may add to the general confusion associated with this term.

Acknowledgments

This work was funded by Burgundy Regional Conseil, Bureau Interprofessionnel des Vins de Bourgogne, France and *Conselho*

Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), programa “Ciência sem Fronteiras”, Brazil. M.P.S.N. acknowledges the Spanish Ministry of Economy and Competitiveness (M.E.C.) for her postdoctoral fellowship (Formación Posdoctoral 2013, former Juan de la Cierva). The authors want to warmly thank wine professionals from Chablis and consumers from Dijon who participated in this study.

References

- Abrie, J. C. (1976). *Jeux, conflits et représentations sociales [thèse]*. Marseille (FR): Université de Provence.
- Abrie, J. C. (1987). *Coopération, compétition et représentations sociales*. Delval.
- Abrie, J. C. (1994). Méthodologie de recueil des représentations sociales. *Pratiques sociales et représentations*, 59–82.
- Abrie, J. C. (2003). La recherche du noyau central et de la zone muette des représentations sociales. In J. C. Abrie (Ed.), *Méthodes d'étude des représentations sociales* (pp. 59–80). Ramonville Saint-Agne: Erès.
- Ares, G., & Deliza, R. (2010). Identifying important package features of milk desserts using free listing and word association. *Food Quality and Preference*, 21(6), 621–628.
- Ares, G., Giménez, A., & Gámbaro, A. (2008). Understanding consumers' perception of conventional and functional yogurts using word association and hard laddering. *Food Quality and Preference*, 19(7), 636–643.
- Ballester, J., Mihnea, M., Peyron, D., & Valentin, D. (2013). Exploring minerality of Burgundy Chardonnay wines: A sensory approach with wine experts and trained panelists. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 19(2006), 140–152.
- Bäckström, A., Pirttilä-Backman, A. M., & Tuorila, H. (2003). Dimensions of novelty: A social representation approach to new foods. *Appetite*, 40, 299–307.
- Bäckström, A., Pirttilä-Backman, A. M., & Tuorila, H. (2004). Willingness to try new foods as predicted by social representations and attitude and trait scales. *Appetite*, 43, 75–83.
- Bartels, J., & Reinders, M. J. (2010). Social identification, social representations, and consumer innovativeness in an organic food context: A cross-national comparison. *Food Quality and Preference*, 21(4), 347–352.
- Coutier, M. (2007). *Dictionnaire de la langue du vin*. Paris: CNRS Edition.
- Coutier, M., & Marchand, J. (2011). *Petit manuel du goûteur de vin*. Vesou: Culture et Patrimoine.
- Da Silva, R. D. C. D. S. N., Minim, V. P. R., Carneiro, J. D. D. S., Nascimento, M., Della Lucia, S. M., & Minim, L. A. (2013). Quantitative sensory description using the Optimized Descriptive Profile: Comparison with conventional and alternative methods for evaluation of chocolate. *Food Quality and Preference*, 30, 169–179.
- Dany, L., Urdapilleta, I., & Monaco, G. L. (2014). Free associations and social representations: some reflections on rank-frequency and importance-frequency methods. *Quality & Quantity*, 49(2), 489–507.
- Dean, M., Arvola, A., Vassallo, M., Lähteenmäki, L., Raats, M. M., Saba, A., et al. (2006). Comparison of elicitation methods for moral and affective beliefs in the theory of planned behaviour. *Appetite*, 47(2), 244–252.
- Deneulin, P., Le Bras, G., Le Fur, Y., & Gautier, L. (2014). Minéralité du vin: représentations mentales de consommateurs suisses et français. *Revue suisse Viticulture Arboriculture Horticulture*, 46(3), 174–180.
- Deneulin, P., & Bavaud, F. (2015). Analyses of open-ended questions by renormalized associativities and textual networks: A study of perception of minerality in wine. *Food Quality and Preference*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodqual.2015.06.013>.
- De Rosa, A. S. (2002). The “associative network”: a technique for detecting structure, contents, polarity and stereotyping indexes of the semantic fields. *European review of applied psychology*, 52(3/4), 181–200.
- Donoghue, S. (2000). Projective techniques in consumer research. *Journal of Family Ecology and Consumer Sciences/Tydskrif vir Gesinsekologie en Verbruikerswetenskappe*, 28(1).
- Guerrero, L., Claret, A., Verbeke, W., Enderli, G., Zakowska-Biemans, S., Vanhonacker, F., et al. (2010). Perception of traditional food products in six European regions using free word association. *Food Quality and Preference*, 21(2), 225–233.
- Guimelli, C., Brel, P., Piermattéo, A., & Lo Monaco, G. (2012). Représentations sociales et applications dans le champ du marketing du vin. *Psichologia socială*, 29, 53–70.
- Heymann, H., Hopfer, H., & 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.
- Huotilainen, A., & Tuorila, H. (2005). Social representation of new foods has a stable structure based on suspicion and trust. *Food Quality and Preference*, 16, 565–572.
- Jodelet, D. (1984). Représentation sociale: phénomènes, concept et théorie. In S. Moscovici (Ed.), *Psychologie sociale*. Paris: puf.
- Jodelet, D. (1989). *Les représentations sociales*. Paris: Presses universitaires de France.
- Jones, R. M. (1958). The Differential Effects of Negated Word Associations on Ability to Recall “Traumatic” and Non-Traumatic” Stimulus Words. *Journal of Projective Techniques*, 22(1), 55–63.
- Kooijmans, A., & Flores-Palacios, F. (2014). Is eating science or common sense? Knowledge about “natural foods” among self-identified “natural food” consumers, vendors and producers in rural and urban Mexico. *Appetite*, 81, 37–43.
- Lahlou, S., & Abrie, J. C. (2011). What are the “elements” of a representation? *Papers on Social Representations*, 20, 20–21.
- Lesschaeve, I. (2006). The use of sensory descriptive analysis to gain a better understanding of consumer wine language. In Academy of Wine Business Research (Ed.), *Proceedings for the 3rd International Wine Business and Marketing Research Conference*. Montpellier, France: Unité Mixte de Recherche MOISA.
- Lo Monaco, G., & Lheureux, F. (2007). Représentations sociales : théorie du noyau central et méthodes d'étude. *Revue Electronique de Psychologie Sociale*, 1, 55–64.
- Lo Monaco, G., & Guimelli, C. (2008). Représentations sociales, pratique de consommation et niveau de connaissance: le cas du vin. *Les cahiers internationaux de psychologie sociale*, 2, 35–50.
- Lo Monaco, G., Gaussoit, L., & Guimelli, C. (2009). Consommation de vin, pensée sociale et construction sociale de la normalité. *Pratiques Psychologiques*, 15(4), 473–492.
- Lo Monaco, G., & Guimelli, C. (2011). Hegemonic and polemical beliefs: Culture and consumption in the social representation of wine. *The Spanish Journal of Psychology*, 14(01), 237–250.
- Lund, C. M., Thompson, M., Benkwitz, F., Wohler, M. W., Triggs, C. M., Gardner, R., et al. (2009). New Zealand Sauvignon blanc distinct flavor characteristics: Sensory, chemical, and consumer aspects. *American Journal of Enology and Viticulture*, 60, 1–12.
- Maltman, A. (2013). Minerality in wine: A geological perspective. *Journal of Wine Research*, 24, 169–181.
- Meilgaard, M., Civille, G. V., & Carr, B. T. (1991). *Sensory evaluation techniques*. Moscovici, S. (1961). *La psychanalyse, son image et son public: étude sur la représentation sociale de la psychanalyse*. Paris: Presses universitaires de France.
- Moscovici, S., & Herzlich, C. (1973). *Health and illness: A social psychological analysis*. London: Academic press.
- Mouret, M., Lo Monaco, G., Urdapilleta, I., & 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.
- Onwezen, M. C., & Bartels, J. (2013). Development and cross-cultural validation of a shortened social representations scale of new foods. *Food Quality and Preference*, 28(1), 226–234.
- Parr, W. V., Valentin, D., Green, J. A., & 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., Mouret, M., Blackmore, S., Pelquest-Hunt, T., & Urdapilleta, I. (2011). Representation of complexity in wine: Influence of expertise. *Food Quality and Preference*, 22(7), 647–660.
- Parr, W. V., Ballester, J., Peyron, D., Grose, C., & Valentin, D. (2015). Perceived minerality in Sauvignon wines: Influence of culture and perception mode. *Food Quality and Preference*, 41, 121–132.
- Peynaud, E., & Blouin, J. (2013). *Le goût du vin-Se éd: Le grand livre de la dégustation*. Paris: Dunod.
- Rouquette, M. I., & Flament, C. (2003). In Anatomie des idées ordinaires (Ed.), *Comment étudier les représentations sociales*. Paris: Armand Colin.
- Rozin, P., Kurzer, N., & Cohen, A. B. (2002). Free associations to “food”: the effects of gender, generation, and culture. *Journal of Research in Personality*, 36, 419–441.
- Simonnet-Toussaint, C., Lecigne, A., & Keller, P. H. (2005). Les représentations sociales du vin chez de jeunes adultes: du consensus aux spécificités de groupes. *Bulletin de psychologie*, 5, 535–547.
- Son, J. S., Do, V. B., Kim, K. O., Cho, M. S., Suwonsichon, T., & Valentin, D. (2014). Understanding the effect of culture on food representations using word associations: The case of “rice” and “good rice”. *Food Quality and Preference*, 31, 38–48.
- Stone, H., Sidel, J. L., Oliver, S., Woolsey, A., & Singleton, R. C. (1974). Sensory evaluation by Quantitative Descriptive Analysis. *Food Technology*, 28, 24–34.
- Stone, H., Bleibaum, R., & Thomas, H. A. (2012). *Sensory evaluation practices*. Academic press.
- Vergès, P. (1992). L'évocation de l'argent: Une méthode pour la définition du noyau central d'une représentation. *Bulletin de psychologie*.
- Vergès, P., Tyszka, T., & Vergès, P. (1994). Noyau central, saillance et propriétés structurales. *Papers on Social Representations*.
- Wachelke, J. F. R. (2009). Índice de centralidade de representações sociais a partir de evocações (INCEV): exemplo de aplicação no estudo da representação social sobre envelhecimento. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 22, 102–110.
- Will, V., Eadie, D., & Macaskill, S. (1996). Projective and enabling techniques explored. *Marketing Intelligence and Planning*, 14(6), 38–44.
- Winnick, W. A., & Kressel, K. (1965). Tachistoscopic recognition thresholds, paired-associate learning, and free recall as a function of abstractness-concreteness and word frequency. *Journal of Experimental Psychology*, 70(2), 163.

C. Conclusion

Le chapitre deux nous a permis de mieux cerner ce que le mot minéralité représente chez les producteurs de vins d'une région réputée pour produire des vins minéraux, la région de Chablis et de contraster ces représentations avec celles d'un groupe de consommateurs de ce type de vins.

Le mot « terroir » occupe une place privilégiée dans le cœur de la représentation des deux groupes sociaux, étant le seul élément partagé dans le noyau central. Ces résultats ont montré que l'origine de la minéralité est très ancrée dans le terroir et supportée par le mot « pierre » partagé dans la première périphérie de la représentation des deux groupes. Cet ancrage dans le terroir est plus important que n'importe quel descripteur sensoriel, qui n'apparaîtront que plus tard dans le noyau de la représentation des producteurs et seulement dans la zone des éléments contrastés et de seconde périphérie dans celle des consommateurs.

Pour conclure, l'étude des représentations sociales a mis en lumière la possibilité de développement de stratégies de marketing concernant les vins minéraux. L'importance du terroir dans la représentation de la minéralité chez les consommateurs et l'absence de corrélats sensoriels partagés suggère, qu'une publicité ciblant l'aspect sensoriel ne saurait être efficace.

Concernant la représentation de l'origine de la minéralité dans le terroir évoqué lors de ce chapitre, le chapitre suivant sera consacré à l'étude d'une région réputée pour la minéralité de ses vins : le Chablisien. Est-ce que la façon dont les producteurs de Chablis élaborent les vins peut être liée à leurs représentations de minéralité ?

Chapitre III

Typologie de production des vins et minéralité

A. Introduction

Le chapitre antérieur a révélé les représentations sociales de producteurs de vin de la région de Chablis. Leur représentation vis-à-vis de la minéralité comprend des dimensions géologiques (terroir) et sensorielles. Ce constat nous a amené à étudier quelles sont les croyances qui existent derrière ces représentations.

Le chapitre III s'intéresse donc aux producteurs de vin de l'appellation Chablis, à leurs pratiques viticoles et œnologiques ainsi qu'à leurs croyances concernant la minéralité. Leurs prises de décision concernant la manière dont ils vont gérer leur production vitivinicole sont-elles orientées sur la minéralité ?

Pour cela la meilleure approche est l'analyse de la manière dont procèdent les producteurs. Nous avons donc construit une typologie de production des vins à Chablis. Elaborer une typologie, selon Grémy et Le Moan (1977), consiste à *« distinguer, au sein d'un ensemble d'unités (individus, groupes d'individus, faits sociaux, etc.), des groupes que l'on puisse considérer comme homogènes d'un certain point de vue. Le contenu de cette notion d'homogénéité varie selon les auteurs et les domaines d'application ; elle se fonde généralement sur une certaine ressemblance définie à partir d'un sous-ensemble de caractéristiques servant à décrire les unités étudiées »* (p15).

Grémy et Le Moan (1977) propose cinq raisons principales qui mènent à s'intéresser à la création d'une typologie dans un domaine donné : 1) Les exigences de l'application de la typologie permettent de fournir des moyens pratiques d'agir et d'évaluer l'action dans le cas où les groupes sont stables ; 2) L'importance du volume des données à traiter ; 3) Le manque de pouvoir explicatif du modèle général ; 4) L'impossibilité d'aboutir à un modèle unique ; 5) La complexité du système étudié impose la construction d'une typologie. Ces cinq raisons justifient l'élaboration d'une typologie afin de comprendre les systèmes complexes de production de vin de Chablis et leurs caractéristiques sensorielles.

Dans le cadre de cette méthode, nous avons eu recours à des entretiens approfondis. Ces entretiens s'appuient, dans un premier temps, sur un questionnaire axé sur le vignoble et les pratiques œnologiques. Cela nous a permis de créer des classes de producteurs suivant leurs pratiques. Dans un deuxième temps nous avons proposé un questionnaire ciblé sur la minéralité afin de faire émerger les croyances des producteurs regroupés dans chacune des classes sur la minéralité.

A la suite de ce travail, nous avons voulu savoir quelle classe de producteurs issue de la typologie, produit le vin jugé comme étant le plus minéral. Dans ce but, nous avons réalisé des tests d'analyse sensorielle.

Tous ces travaux sont présentés dans l'article suivant qui est actuellement en préparation pour soumission à la revue scientifique à comité de lecture « *Agricultural Systems* ».

B. Article en soumission à la revue “*Agricultural Systems*”

Is producers` decision making related to their representation of wine minerality?

A study of the typology of Chablis wine production.

Heber RODRIGUES^{a*} ; Dominique VALENTIN^a ; Méven OTHEGUY^a,

Anne Sophie KHALAF^a; Jordi BALLESTER^a

^aCentre des Sciences du Goût et de l'Alimentation, CNRS, INRA, Univ. Bourgogne Franche-Comté, F-21000 Dijon, France.

Introduction

Understanding any phenomenon requires a basic understanding of its fundamental defining characteristics. According to Landais (1998) “*the term typology designates both (1) the science of type elaboration, designed to help analyze a complex reality and order objects which, although different, are of one kind (farms for instance) and (2) the systems of types resulting from this procedure (the farm typology of a given region)*” page 505. Production system typologies have attracted the attention of agricultural scientists as a mean, for example, to distinguish patterns in populations of farms (Cortez-Arriola et al, 2015). Typologies have been used in recent years as a tool to understand complex systems, such as rural settlements (Van Eupen et al., 2012; Daloğlu et al., 2014; Martin-Collado et al., 2014; Cortez-Arriola et al., 2015), food behavior (Léon et al., 2004; Buyck et al., 2009) and business (Gaspar et al., 2008; Montagne & Coelho, 2012; Bressolles et al. 2014; Dijk et al., 2015).

According to Phillip *et al.* (2010) who studied the ill-defined concept of "agritourism" a major benefit of the typology of agritourism is its capacity to underpin studies with a simple and logical conceptual framework that may prevent inconsistency in the literature and help future studies position themselves relative to others in the field. The goal of the present study was to extend Philip's (2011) approach to understand the basic typologies of production of Chablis wineries that may account for the emergence of different sensory characteristics, more specifically, the mineral character obtained through producers' decision making. Our

main objective is to explore whether the knowledge of the typology of Chablis wineries' production, an area famous for making mineral wines, would help clarifying the concept of wine minerality.

According to Emtage *et al.* (2007) typologies summarize the characteristics of archetypal persons (or objects) and show the relationships among these characteristics. In this way, farmer typologies usually aim to determine the factors influencing farmer's behavior (Emtage *et al.*, 2007). In this perspective, the typology approach seems to be a key to understand the factors influencing winemaker's decision making and how they think their practices can influence the minerality in wines. Minerality is a wine descriptor which is widely used around the world. Since the 90's the use of the word minerality burst in the wine descriptions of many regions. Since then, researchers have tried to find associations between this word and other wine descriptors, including *taste* such as acidity or saltiness, *texture* such as chalky and *aroma* such as flint, stone, iodine, or smoked (Ballester *et al.*, 2013; Heymann *et al.*, 2013; Parr *et al.*, 2015). Moreover perceived minerality seems to have a direct-correlation with the *bouquet* features of reduction of white wine (Ribéreau-Gayon *et al.*, 2006). Among the above mentioned descriptors positively or negatively correlated with minerality, some could be potentially related with winemaking choices (e.g. winemaking reductive conditions, aging in oak barrels or malolactic fermentation management) while others can result from viticulture choices (e.g. vine clone, yield or harvest date).

In a recent study, investigating the content and the structure of social representation of the object "minerality in wine" of winemakers and wine consumers, Rodrigues *et al* (2015) showed that wine minerality is conceptualized as the result of the *terroir* and is widely petrified in the mind of wine experts and consumers. Maltman (2013) tried to demystify this idea explaining that the minerals present in the soil are in such small quantities that they would not be perceived by humans, thus making impossible to establish a direct link between the soil minerals and the perceived minerality in the corresponding wines.

Despite the wide use of the term minerality and the attempts by some scientists to define this concept, nothing that had been done had neither clearly defined the descriptor minerality nor found its origin. To gain some insight into this issue we carried out a three steps approach. The first step aimed to establish a typology of the production systems of Chablis wines. This was achieved through deep interviews targeting viticulture and oenological practices. The second step aimed to relate the obtained typology to specific opinions and attitudes towards wine minerality using short interviews. The third step aimed to check potential differences in the perceived minerality of the wines produced according to different classes within the

Chablis producing typology. We conducted a sensory study in which the perceived minerality of wines of each production class was judged by a panel of wine experts.

1. Material and Methods

All three steps were conducted in the same order for each respondent. The deep interview step focused on the production strategies in viticulture and winemaking was performed first. Then Eight months after we carried out the short interview step focused on respondents' views concerning Chablis wine minerality. Finally, 21 months after we performed the wine minerality sensory assessment step.

1.1 Case study region

The Chablis vineyard (Fig 1) is part of the administrative region of Burgundy, France. In particular, the *Appellation d'Origine Contrôlée* (AOC) Chablis 1er Cru (orange areas in Fig. 1) produces only white wines from the grape Chardonnay B and includes 40 *climats* (*special plots*). These AOC are regulated by a set of norms and rules, called “*Cahier de charges de l'Appellation*”. Among those *climats*, the area covered by the survey was the top eight *climats*, four on the left bank of the Serein (*Beauroy, Côte de Léchet, Vaillons* and *Montmains*) and four on the right bank (*Fourchaume, Vaucopin, Montée de Tonnerre* and *Mont de Milieu*). These eight *climats* were selected for their high production volume (approximately > 2000 hl) and their significant participation to the global production in the *appellation*. In addition, Chablis area produces high end wines named “grand cru” which are located in a very specific area with optimal agronomical conditions (slope, exposure and soil characteristics) on the right bank of the river. As showed in Fig. 1, respondents' wineries (green cross) were located in the town of Chablis and neighboring municipalities.

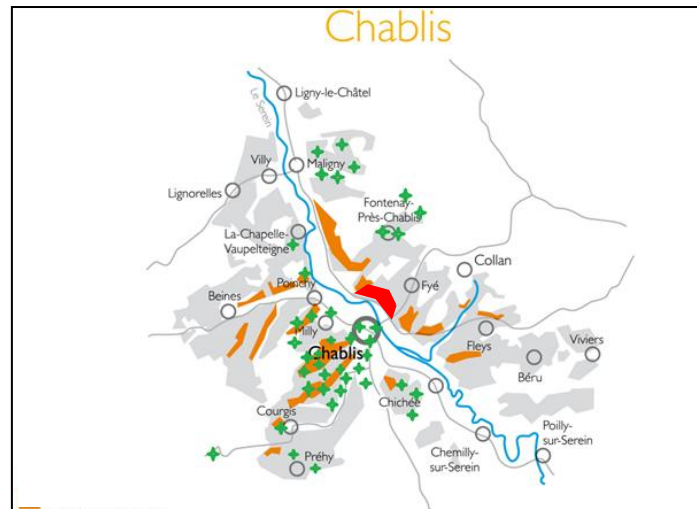


Fig. 1. Localization of wine producers interviewed in Chablis (green cross), the premier crus (orange areas) and the grand crus (red area).

1.2 Respondents

Thirty six wine producers from Chablis participated in the typology interview (28 men and 8 women aged between 23 and 61 years old). Among those 36 participants, 28 participated in the second step (20 men and 8 women). All were involved in the wine production process. Before beginning, respondents were asked to read and sign a consent form, in which they declared to be volunteers in the study and engaged not to disclose the subject of the interview.

1.3 Tasting Panel

Eighteen wine professionals from the Chablis area took part in the sensory sessions (12 men and 6 women), average age 40 years old). The average experience in the wine business in the Chablis area was 14.5 years. Most of them were winemakers and/or enologists. The panelists were aware that the main goal of the study concerned the understanding of wine minerality.

1.4 Procedure

1.4.1 Typology of production semi-structured interview

An interview guide was built, based on the structure of questions of the “Wine Cadastre” surveys of the Ministry of Agriculture, Agribusiness and Forestry of the French Republic. The guide was composed of two separate parts. The first part (Fig. 2) included questions about viticulture: vineyard generalities such as soils and plantation characteristics, vineyard structure and finally, vineyard management. The second part (Fig. 3) included questions about enology practices as well as materials and technologies used to produce wines.

General vineyard information	1. Area under cultivation? 2. Age of the vines? 3. Massal/clonal selection? 4. Rootstocks used? 5. Types of soils? 6. Soil works?	7. Orientation of the plots? 8. Planting density? 9. Distance between rows? 10. Distance between plants within a row? 11. Yield?
Vineyard work	12. Vine training system? 13. Production system (conventional, reasoned, organic, biodynamic...)? 14. Is it the same system for all your 1^{er} Crus? 15. Protection against frost? How? 16. Cover crops?	17. Desuckering? How? 18. Trimming? How? 19. Disbudding? How? 20. Green harvest? When? 21. Leaf removal? How? 22. Manual or mechanical harvest?

Fig. 2. Viticulture interview guide

After completion of a first draft, the interview guide was sent to viticulture and oenology experts for validation and revised according to their comments. Finally a pre-test with two producers from the Chablis area was carried out and further amendments made.

Pre-alcoholic Fermentation	1. <i>Sorting of the grapes? How?</i> 2. <i>Wine press type?</i> 3. <i>SO₂ adjustments? When?</i>	4. <i>Use of enzymes?</i> 5. <i>Settling technique? Aimed turbidity?</i> 6. <i>Fining?</i>
Alcoholic Fermentation	7. <i>Use of commercial yeasts for AF?</i> 8. <i>Use of fermentation activators?</i> 9. <i>Nitrogen adjustment?</i>	10. <i>Average duration and temperature of AF?</i> 11. <i>Stuck alcoholic fermentation problems?</i>
Malolactic Fermentation	12. <i>Use of commercial bacteria for MLF?</i> 13. <i>Average duration of MFL?</i> 14. <i>Stuck malolactic fermentation problems?</i>	
Enological Operations	15. <i>Tartaric stabilization? How?</i> 16. <i>Filtering before bottling?</i> 17. <i>SO₂ adjustments before bottling?</i>	18. <i>Use of inert gases during winemaking?</i> 19. <i>Bottling machine with inerting system?</i>
Aging conditions	20. <i>Ageing strategies?</i> 21. <i>Ageing length?</i> 22. <i>Type of closure?</i>	

Fig. 3. Enological interview guide

The interviews were carried out in the Chablis area between June the 13th and August the 28th of 2013. They were conducted face-to-face by two interviewers previously trained to interview the respondents in the same way. The interviews lasted about 50 minutes on average and were audio-recorded

1.4.2 Minerality semi-structured interview

The minerality interview grid included three questions related to both the effect of *terroir* and the relationship between minerality, viticulture and wine production. The precise questions were the following:

(1) *“According to your experience which plots in the Chablis area yield the most mineral wines?”*

(2) *“Do you think that minerality can be modulated in wines through winemaking practices?”*

(3) *“If you were to develop a very mineral wine and you had the choice of raw material and winemaking process, how would you do?”*

The interviews were conducted in the Chablis area between April the 23rd and May the 7th of 2014. As above, interviews were conducted face-to-face, by two interviewers previously trained. The interviews lasted twenty minutes on average and were audio-recorded.

1.4.3 Minerality sensory judgment

The sample set consisted of 12 Chablis 1^{er} Cru wines (Table 1). The wines were selected based on the results of the typology and minerality interviews so as to span both the different types of wine producers and the complete range of expected minerality (according to wine producer's declarations). Each typology class was represented by three wines from the most mineral plots (as declared by the respondents).

Panelists were asked to rate the wine minerality intensity on a ten-point scales (from 1 “not mineral at all” to 10 “very mineral”) and to give a free description of each wine. The tasting session took place in a meeting room suitable in terms of requirements for conducting sensory analysis (ASTM, 1986), providing a quiet, odorless environment that was large enough to avoid communication between panelists. During the sessions, participants had available water and unsalted crackers to rinse their mouth between samples. Twenty five mL of each sample were served at room temperature in standardized opaque wineglasses (ISO-3591, 1977), which were coded with 3-digit numbers and covered with plastic Petri dishes.

Table 1. Wines selected for the sensory minerality assessment. The column “typology class” indicate the class of producers to which the wine producer belong (cf section 2.1.4)

Plot name	vintage	typology class	Sample code
Montée de Tonnerre	2014	NAT	MdtNAT
Cote de Lechet	2012	TRANS	CdlTRANS
Beauroy	2014	TRAD	BeauTRAD
Mont de milieu	2014	TECH	MdmTECH
Montmains	2014	NAT	MtmNAT
Beauroy	2013	TRANS	BeauTRANS
Montée de Tonnerre	2014	TRAD	MdtTRAD
Fourchaume	2014	TECH	FourTECH
Vaucoupin	2014	NAT	VaucNAT
Vaillons	2012	TRANS	VaillTRANS
Montmains	2014	TRAD	MtmTRAD
Montmains	2014	TECH	MtmTECH

1.5 Data analysis

1.5.1 Typology deep interview

The interviews were transcribed and analyzed using both a quantitative and a qualitative approach.

1.5.1.1 Quantitative approach

The interview transcriptions were read by two independent readers to extract for each production step a list of activities and for each activity a set of modality (Fig. 4). Then a disjunctive complete coding was used to build two tables (one for the viticultural activities and one for the oenological ones) from the transcription verbatim. Respondents defined the table lines and the activity modalities (viticulture or enology) defined the table columns. A value of 1 was indicated when the respondents declared practicing an activity modality and 0 when they declared not practicing it. The frequency of occurrence of the modalities of each activity was then computed. The activities with a modality used by all respondents were considered as non-discriminant and deleted from the remaining analyses. The discriminant activities were used to construct an activity diagram for each part of the survey: viticulture and oenology.

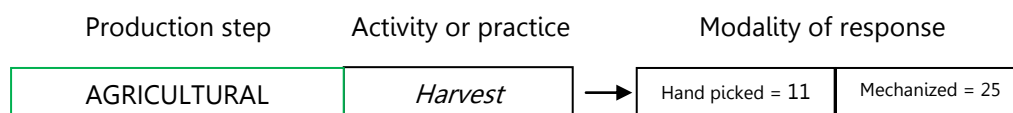


Fig. 5. Activity diagram construction example

To establish the viticultural and oenological typologies we applied a multiple correspondence analysis (MCA) to the disjunctive tables. Only the modalities with five or more occurrences were kept in this analysis. A hierarchical cluster analysis (HCA) with the Ward criterion was performed on the first two dimensions of the viticultural and oenological MCAs to summarize the relative similarities between the respondents. HCA uses an iterative algorithm in which, at each step, the pair of respondents (or cluster of respondents) with minimum distance are merged. Successive clustering operations produce a binary clustering tree diagram called dendrogram. The typology is then obtained by truncating the dendrogram. Taking into account the total number of respondents, we chose to truncate the viticultural and oenological dendrograms into two clusters. The validation of the clusters identified by truncating the dendrograms was performed using a consolidation approach by aggregation around mobile centers. The modalities defining best the resulting clusters were identified using a hypergeometric law (Lebart, Morineau, & Piron, 1995). All analyzes were performed with SPAD software (version 8.2, CISIA-CESRESTA, Montreuil, France).

1.5.1.2 Qualitative approach

To better understand the typology derived from the quantitative approach the interview transcription were read and analyzed separately by two experimenters. Each experimenter extracted *verbatim* from each interview with the purpose to illustrate the expectations, ideas and explanations provided by the respondent to explain the ways they choose to lead their exploitation and produce their wines.

1.5.2 Minerality semi-structured interview

Three independent readers extracted the main themes from the corpus of interviews. The number of citations of each item (idea) was computed for each typology class. Since the three questions were connected, the items were not analyzed by question but were pooled. For instance, one of the respondents could cite Montée de Tonnerre as a plot with great minerality

potential (first questions), state that oak maturation can mask minerality (second question) and propose a production strategy to maximize minerality consisting in using grapes from Montée de Tonnerre and conduct fermentations and ageing in stainless steel avoiding the use of oak barrels during winemaking.

In order not to overestimate items citation frequencies, when the same item was cited in two questions by the same respondent (like in the example above), only one citation was counted for this item. Items with only one citation were either removed or merged to another item with the same meaning. For instance, “Valmur Grand Cru” was cited only once and was merged with the more general item “Grand Cru”.

1.5.3 Minerality sensory judgment

The minerality ratings were analyzed by a two-way ANOVA with panelists considered as random factor and typology class as a between-subject fixed factor.

2. Results and discussion

2.1 Typology deep interview

2.1.1 Viticulture activity diagram

Fig. 5 shows the viticulture activity diagram. Following the interview guide, this diagram is composed of two sections: generalities of vineyards and vineyard management. Globally, the viticultural activity diagram shows that 80% of the respondents have less than 50 hectares under vine. Such small size vineyards are quite common in Burgundy. Concerning the crop yield 61% of the vineyards have a yield lower than 55 hL/ha. The “*cahier de l’AOC Chablis 1er Cru*” set the maximal yield at 58 hL/ha. According to the respondents a lower viticultural yield is related with a better quality of the final wines, for example: “*from a quality point of view it is always better to get (...) a little less*”. Low yields are also related to older vines “*...less important yields on old vines*” and some respondents assess the sensory impact of low yields and old vines on the resulting wine, “*concerning the yield, it is true that older plots tend to have lower yields (...) However we see that concerning the balance, in particular the body and the acidity level we get more concentrated things. We get less acidic things (...). This means that in my opinion with very old vines we can get unbalanced wines*”.

and in Chablis we need some acidity. Sometimes we have to harvest quite early some very old sectors with very low yields where acidities drop and the aromas are untypical”.

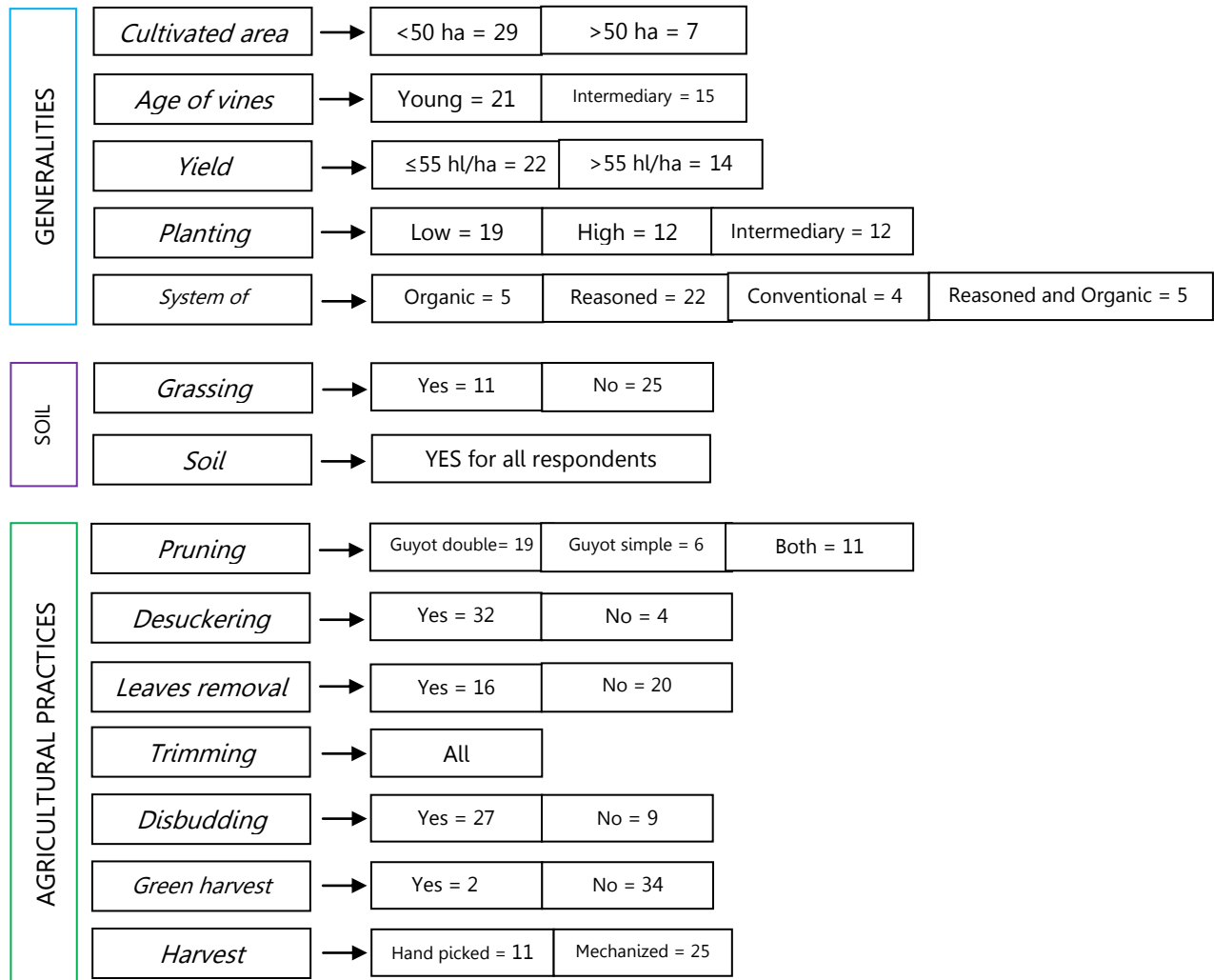


Fig. 5 Activity diagram of viticultural practices

Sustainable production system is carried out by 61% of the respondents as explained by a wine producer: « *I think that one have to take action only when is needed, but with the appropriate products. So that is why for the moment, I do not think about shifting to organic production. Because I want efficient products but I want to use them only when it is necessary* ». », stating why they do not consider themselves neither conventional nor organic. Only 14% declared having an organic production system based on an ecological management and 14% reported to use both a reasoned and an organic system. Only 11% reported having a conventional production system.

Chablis vineyards are flagged for intense work in the vineyards: 89% of producers reported that they practice "desuckering", all winemakers effectuate soil works to decrease the use of chemical herbicides, accordingly to reasoned production system: *"So soil maintenance, as much as possible, we indeed strongly limit the use of herbicides. There is nowadays a general trend of soil working again..."* and practice "trimming" and a large majority (75%) also reported disbudding. All these practices are known to improve the passage of machines. Mechanized harvesting is widely used: 70% of winemakers said they harvest their grapes with machines: *"They say that the harvest machine does a good job. If you have a good driver, for sure it's going to do a good job"*.

2.1.2 Oenology activity diagram

Fig. 6 shows the oenology activity diagram. Again, this diagram is composed of five sections following the interview guide: pre-alcoholic fermentation, alcoholic fermentation, malolactic fermentation, enological operations and aging conditions.

The enological activity diagram shows that concerning the winemaking mode, 64% of respondents declared making all their *Chablis 1^{er} Cru* wines similarly versus 36% who said to apply different techniques depending on the specific *1^{er} Cru*: *"concerning the winemaking itself, basically settling and fermentations, is very close, the differences come after that"*. Eighty one percent of respondents press the grapes at low pressure. This practice aims to produce better quality wines with less phenolic compounds. They also declared that the level of pressure depends on parameters such as *"it can vary between vintages according to the ripeness of the harvest"*.

The majority of producers (92%) declared to do *settling* and 53%, aiming at low turbidity adjust the optimal level of *settling* to a value lower than 200 NTU. *"It is an operation almost mandatory, who would carry out the fermentations without settling first?"*. *Debourage* is a pre-fermentative operation that can help the final wine quality. The *bourbes* removal makes it possible to foster the production of positive fermentative aroma, from esters to fruity odors) to the detriment of other volatile compounds such as higher alcohols, considered generally negative odors in wines (Casp-Vanaclocha & Lopez-Gomez, 1986).

Chapitre III - Typologie de production des vins et minéralité

PRE ALCOHOLIC FERMENTATION	Grapes sorting	→	Yes = 13	No = 23	
	Pressing	→	≤2 BAR = 29	Between 2 and 4 = 4	>4 BAR = 3
	Enzyme addition	→	Yes = 18	No = 18	
	Must clarification	→	Yes = 8	No = 28	
	Turbidity level	→	<200 NTU = 19	≥ 200 NTU = 8	Visual = 9
	SO ₂ level	→	≤4g SO ₂ = 7	>4g SO ₂ = 20	
	Settling	→	Yes = 33	No = 3	
ALCOHOLIC FERMENTATION	Commercial AF	→	Yes = 25	No = 11	
	Fermentation activator	→	Yes = 16	No = 20	
	Nitrogen adjustment	→	Yes = 13	No = 18	Sometimes = 5
	AF length	→	<5 weeks = 24	≥5 weeks = 12	
	AF temperature	→	17≤T≤19 =	19<T≤21 = 22	
	Accidental AF stop	→	Yes = 26	No = 10	
MFL	Commercial MLF bacteria	→	Yes = 13	No = 26	
	MFL length	→	<6 weeks = 21	≥6 weeks = 15	
	MFL cessation	→	Yes = 5	No = 31	
ENOLOGICAL OPERATIONS	Tartrate	→	Cold = 16	Other = 14	Cold and others = 6
	Filtration	→	Yes = 35	No = 1	
	Fining	→	Yes = 29	No = 7	
	Inerting	→	Yes = 20	No = 16	
	SO ₂ level before bottling	→	<40 mg = 9	≥40 mg = 14	
	Inert Bottling	→	Yes = 30	Not = 6	
BREEDING	Same winemaking?	→	Same = 23	Different = 13	
	Ageing	→	Vats = 15	Oak barrels = 5	Vats + barrels = 16
	Ageing time	→	≤ 12 months = 21	< 12 months = 15	
	Closure	→	Natural cork = 23	Diam = 5	ADL = 8

Fig. 6. Activity diagram of enological practices

Concerning the alcoholic fermentation, 69% of producers used commercial yeasts and 31% declared to prefer native yeast. The first group, explain their choice by the stability, practicality and rapidity of using commercial yeasts: *“I have used a lot indigenous yeasts before, but I had too many stuck fermentation problems”* or *“They (commercial yeasts) are efficient and quite neutral, they do not modify the natural aromas and the minerality”*. 67% reported finishing the fermentation in less than five weeks. Regarding the malolactic fermentation, 64% of producers reported adding commercial bacteria and 86% have no stuck malolactic fermentation. Those figures can be explained by business and logistical reasons: *“We have the market in March, in April we are asked for wine already, so I inoculate right after the alcoholic fermentation”*, and *“these are quite basic things to do and that enables to have by November 15th, end, beginning of December all the tanks finished”*

A majority of 97% of producers reported filtering their wines. This is a classical practice which allows having clear and fine wines: *“above all to carry out the wine fining in order to have a limpid and bright wine”*. 83% of producers have a bottling line equipped with inertisation systems. Concerning the aging conditions, 53% of respondents affirmed using stainless steel and only 14% declared using only oak barrels. 33% declared using the two options during winemaking and aging. The respondents are divided for the utilization of stainless steel and oak barrel: 64% of them reported using natural cork as closure while the rest preferred other cork alternatives as technical stoppers, screw cap or a combination of closure solutions based on the potential for aging of the wine and marketing strategies.

2.1.3 Multiple Correspondence Analysis

Fig. 7a presents the two first dimensions of the viticulture MCA which explain 54% of the total variance. Dimension 1 (D1) shows an opposition between the respondents characterized by using leaf removal, grassed inter-rows, and high planting density (on the right side) and those who do not use this techniques and choose low planting density. Dimension 2 (D2) shows an opposition between respondents not practicing bud removal and smaller production surface (on the bottom of the graph) and respondents with big production surface and practicing bud removal.

The two clusters of respondents yielded by the HCA carried out on D1 and D2 coordinates are shown Fig. 7b. The first cluster represents 42% of the respondents (in blue on the right side of Fig. 7a) and is characterized by frequent work on the vineyard (leaf removing, grassed inter-rows), the use of both Guyot simple and Guyot double pruning

methods. The second cluster representing 58% of the respondents is characterized by a more intensive viticultural approach (in red on the left side of Fig. 7a). This cluster uses Guyot double pruning and limits the work on the vineyard (no leaf removal, mechanical harvest...).

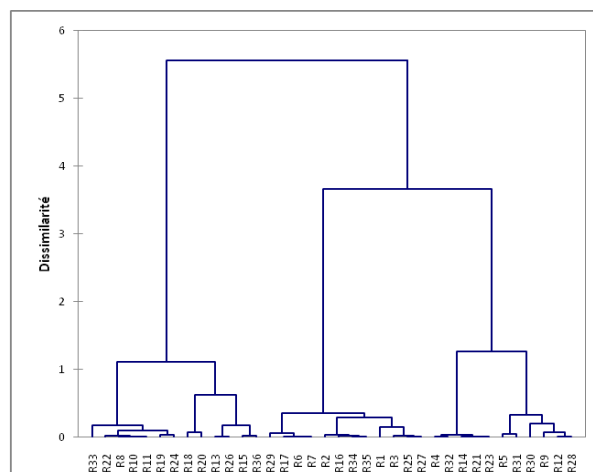
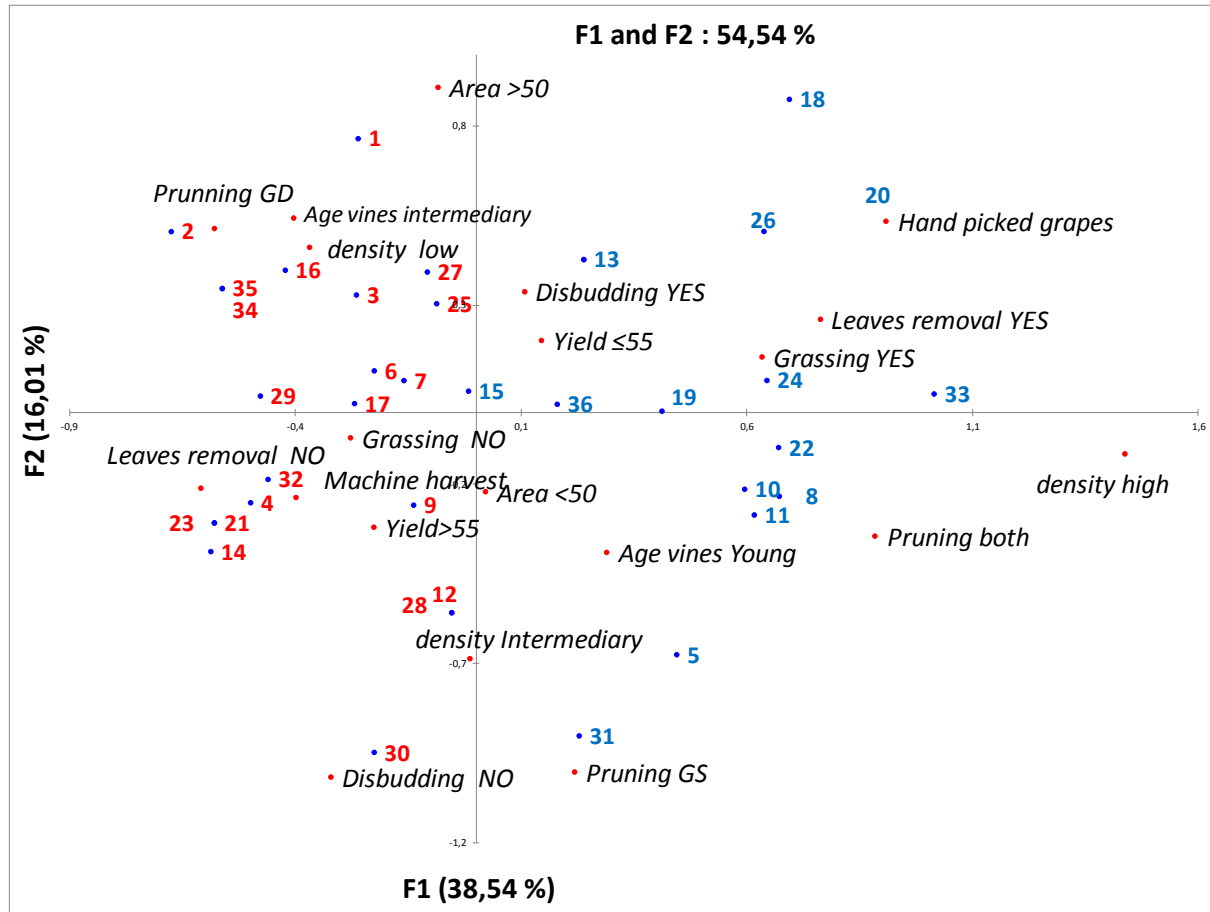


Fig. 7a First two dimensions of the wine producers' viticultural practices Multiple Correspondence Analyses (MCA) **7b.** Dendrogram obtained from the Hierarchical Cluster Analysis carried out on the producers' coordinates on the first two dimensions of the MCA.

Fig. 8a shows the first two dimensions of the oenology MCA explaining 50.62% of the variability. The first dimension (D1) shows a direct opposition between the respondents using stain steel tanks, enzymes, commercial yeasts, set shorter fermentation and aging times and who do not sort the grapes prior pressing, and the respondents using oak barrels, indigenous yeasts, occasionally nitrogen for yeast nutrition and sorting the grapes prior pressing. The second dimensions (D2) opposes the respondents declaring to have occasional AF and MLF fermentation stops to those who do not have this kind of problems and in addition estimate turbidity visually (without using a nephelometer) and do not carry out wine fining.

The two clusters yielded by the HCA carried out on D1 and D2 coordinates are shown Fig. 8b. The first cluster (in purple on the top left sector of Fig. 8a) represents 64% of the respondents and is characterized by a more technological approach of wine making (use of stain steel tanks, enzymes, commercial yeasts, fermentation activators short fermentation and aging times, technical stopper, bottling plant with inertization system). Moreover, they use the same winemaking process for all the *Premiers Crus* they produce. On the opposite, the second cluster which represents the remaining 36% of respondents shows a more tailored and careful winemaking approach. This cluster is characterized by using both stain steel tanks and oak barrels for fermentation and aging purposes. Respondents in this cluster do not use enzymes, add nitrogen only occasionally, do not perform fining, use several methods for tartaric stabilization and also different kinds of closures.

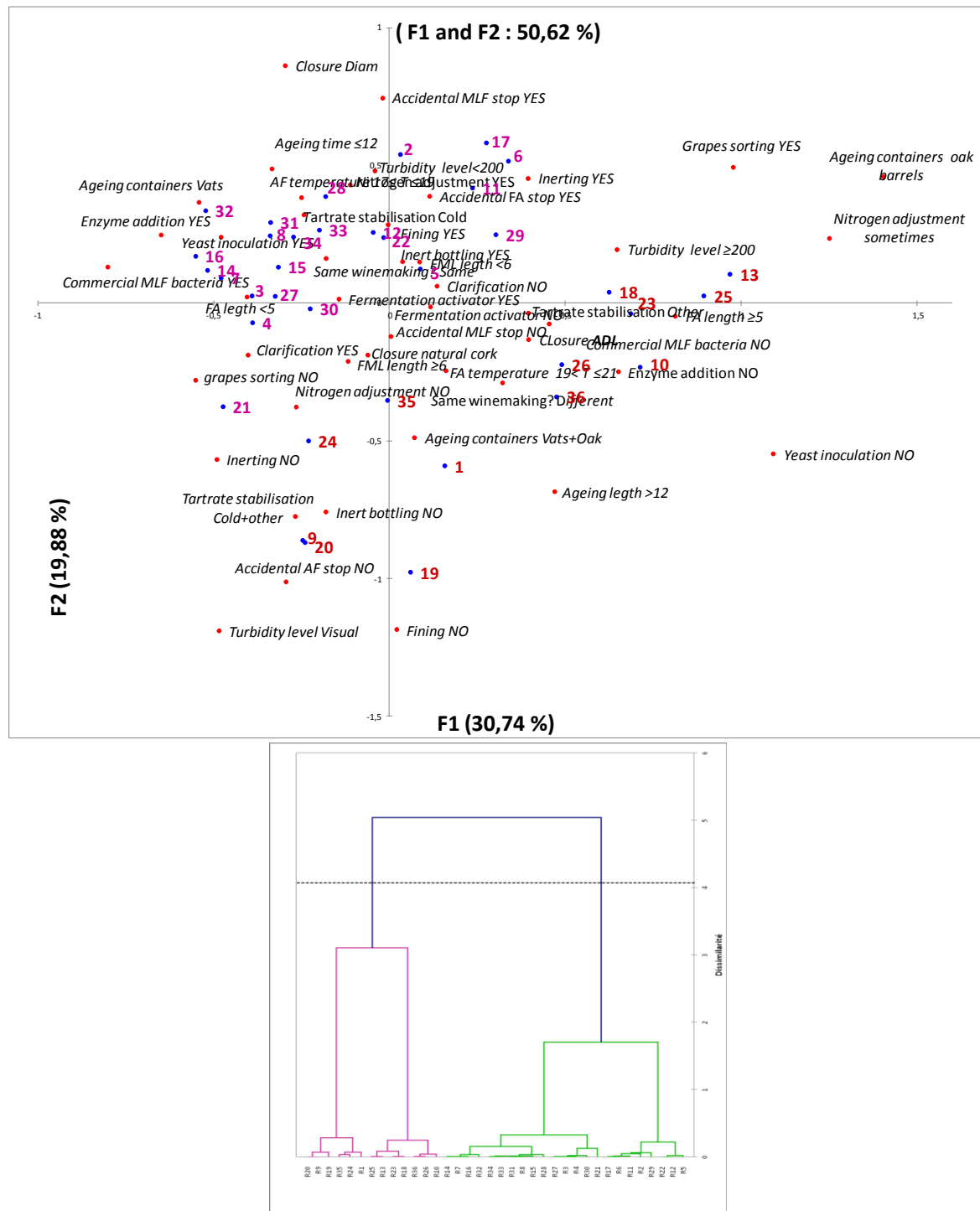


Fig. 8a First two dimensions of the wine producers' oenology practices Multiple Correspondence Analyses (MCA) **8b.** Dendrogram obtained from the Hierarchical Cluster Analysis carried out on the producers' coordinates on the first two dimensions of the MCA.

2.1.4 Chablis wine production typology

A four class typology was obtained by crossing the clusters yielded by the viticulture and the oenology HCA (Fig. 9). These four classes reflect different production philosophies

that we named somewhat caricaturally: natural, traditional, technological and transition. The “natural class” includes five respondents who do not intervene much both in the vineyard and in the wine process. They tend to favor high yield and machine harvest but do not use enzyme, fining and commercial yeasts. The “traditional class” includes nine respondents and is characterized by a more traditional viticultural approach with more interventions in the vineyard (leaf removal, manual harvest ...) and less intervention in the wine process (no commercial yeast, no fining, no enzymes). Respondents in this class tend to favor low yield. The technological class includes the highest number of respondents (17) and tends to favor technology both in the vineyard (machine harvest) and in wine process (enzyme, commercial yeasts, stainless tanks ...). Respondents in this class intervene less in the vineyard and more in the wine process. They tend to favor high yield. The “transition class” includes five respondents who tend to intervene highly in both the vineyard and in the wine process. They use commercial yeast, enzymes, fine their wine and age them in stainless tank but use traditional viticultural approaches.

		Viticulture clusters											
		Significant positive Test-value	Low planting density High yield Guyot double Not leaf removal Machine harvest					High planting density Low yield Guyot double and guyot simple Leaf removal Manual harvest					
			1					2					
Enology clusters	Significant positive Test-value		1	01 23 25 35 09 <i>Natural</i>					36 26 13 20 18 19 24 10 27 <i>Traditional</i>				
	Long ageing Indigenous yeasts no enzymes Indigenous MFL bacteria No NTU measure No fining												
	short ageing Commercial yeasts enzymes Commercial MFL bacteria Low NTU fining Stainless steel tank		2	28 12 30 31 05 21 14 32 04 03 34 16 07 02 06 17 29 <i>Technological</i>					15 11 08 22 33 <i>Transition</i>				

Fig 9. Final partition of groups in accordance with their viticultural and enological significant practices.

3.2. Minerality interview

The goal of this short interview was to check whether different production strategies implied different conceptions of wine minerality. Table 2 summarizes the items organized by themes accompanied by their frequencies of citation by each class of respondents.

Table 2. Items extracted from the minerality interview and their frequencies for each typology group.

THEME	ITEMS	TOTAL	TECHNOLOGICAL % (n=14)	NATURAL % (n=4)	TRADITIONAL % (n=6)	TRANSITION % (n=4)
General ideas	Is difficult/ not possible to increase minerality	8	21	50	50	0
	I do not know how to increase minerality	4	7	25	17	25
	It's easier to mask minerality	5	7	50	33	0
	Minerality is in the grapes/comes from terroir	4	7	25	17	25
	If the minerality is there it will emerge at some point	3	21	0	0	0
Origin of the grapes	Montée de Tonnerre	20	71	75	67	75
	Coté de Lechet	10	43	25	33	25
	Montmains	10	21	50	0	100
	Grand Crus	9	43	0	33	25
	Fourchaume	8	36	25	33	0
	Vaillons	7	14	0	17	100
	Mont de Milieu	4	29	0	0	0
	Le Clos GC	4	14	0	17	25
	Vau de Vay	3	14	0	17	0
	Blanchot GC	3	7	0	17	25
	rive droite	3	14	0	17	0
	choice of the plot is crucial for minerality	2	7	25	0	0
	Not more or less minerality but different kinds of minerality between plots	3	0	50	17	0
	Vaucopin	2	7	0	17	0
	Preuses GC	2	7	0	0	25
	Vaudeuir GC	2	7	0	17	0
	rive gauche	2	7	0	0	25
Soil	increasing minerality by having a deep soil/deep roots	2	0	0	17	25
	increasing minerality using grapes from old vines	2	7	0	17	0
	chalky/limestone/stony soil increases minerality	3	0	25	33	0
	minerality is increased by soil working/maintenance unlike the use of chemicals in viticulture	4	7	0	17	50
Viticulture	hand picking harvest	2	0	0	33	0
	decision making on grape ripeness/harvest	5	7	25	33	25

	date					
	minerality reinforced by early harvesting and masked by overripeness	15	50	0	83	75
	masking by too much yield	5	7	50	33	0
Winemaking	It is possible to modulate minerality by winemaking	5	14	25	33	0
	winemaking has to be as neutral as possible	7	14	75	17	25
	classical winemaking is recommended	4	29	0	0	0
	Using too much technology during winemaking can mask minerality	2	7	0	0	25
	fast winemaking is recommended	2	14	0	0	0
Yeasts	indigenous yeasts increases minerality	4	7	50	0	25
	masking by use of aromatic yeasts and protected by neutral yeasts	5	21	25	17	0
Fermentation temperatures	avoid low fermentation temperatures	3	14	0	17	0
Ageing and bottling	oak ageing masks minerality	17	71	25	33	100
	protecting minerality with wine maturation in vats	16	79	25	33	50
	minerality is kept when long ageing/late bottling	15	43	25	67	100
	minerality is kept when short ageing/early bottling	4	29	0	0	0
Lees management	limited lees contact/limited batonnage	10	29	25	17	100
Redox state	increasing minerality by keeping a slight reduction	4	14	0	0	50

General ideas

It emerges from the interviews that minerality comes from the grapes and the *terroir* so there is little the winemaker can do to increase this minerality. At most winemakers can choose a respectful winemaking approach in order to preserve or reveal the pre-existent minerality. If the grapes have minerality potential it will show up at some point no matter what the winemaker does. This is clearly explained by respondent 20: « *I don't think so, (that minerality can be modulated in the cellar), I think that minerality is like a definition of AOC like Chablis or Grand Cru and it is immovable. In other words, if you are lucky and you have it in the soil, you will have it in your wine. Whatever the winemaking you do, vat, traditional in barrels, doesn't matter...* ». These ideas are not specific to any particular respondent class and are consistent with previous findings (Ballester et al. 2013; Rodrigues et al. 2016; Deneulin & Bavaud, 2016). From a scientific point of view the strong link between minerality and *terroir* is somehow paradoxical. Indeed according to Maltman (2013) there is no scientific argument to support the direct relationship between soil characteristics and the presence of minerality on the corresponding wines.

Origin of the grapes

The four classes seem quite consensual with respect to the minerality potential of Montée de Tonnerre and Cote de Lechet. More disagreement exists concerning Montmains, cited by all transition respondents and never by traditional ones. Another interesting idea cited by all classes but the natural one, is that grand crus have also a good potential for minerality. We observed that some participants tended to cite mostly plots where they grew grapes, possibly because they knew less the wines from the other Chablis areas and they felt less confident in their statements. Some respondents stated that the differences in minerality between plots in Chablis are qualitative (different kind of minerality) rather than quantitative (one plot more mineral than another): *“I think that we can find minerality in all the Chablis areas (...) we have many different kind of soils here in Chablis (...) and the minerality is expressed in a very different way depending on if we are on the North, South, East or West, or 1er Crus or Grand Crus”* (respondent 25).

Soil

Surprisingly, there were not many citations regarding soil characteristics. Some of the factors that favor mineral wines are deep and limestone soils, old vines and soil work. These ideas have been elicited for instance by respondent 20, *“if you have harvested ripe grapes, you are on a limestone terroir with a nice depth you will have this minerality. And that, nothing can change it”*, or the respondent 17: *“coming back to soil maintenance gives to the wines a much intense minerality”*. By contrast, the use of chemicals in viticulture would not be favorable to minerality, as stated by respondent 8; *“I have the feeling that ploughed vines, where no chemical herbicide is used, will tend to give wines with precisely this expression, of minerality, than vines that are weeded with soils maybe too compacted (...) so the roots are less likely to draw from the soil”*.

Viticulture

It emerges from the interviews that harvest date and therefore grape ripeness are very important factors when it comes to minerality. More precisely, late picking and over-ripeness

have a negative effect on minerality. The reason evoked by the respondents is to keep the acidity and to limit the fruitiness: *“(I would use) grapes from fresher hills, with a slow ripening process if possible, no grapes very exposed to the sun where you get very fruity aromas. Above all, never over ripeness.”* (respondent 24).

This result is in agreement with previous studies which showed that acidity was an important sub-dimension of minerality while the excess of fruity notes were negatively correlated to minerality (Ballester et al., 2013; Heymann et al. 2014). This idea was more often cited by traditional and transition respondents and was not cited by natural respondents. Moreover, natural and traditional respondents seemed to find important to keep low yields and therefore good concentration in the grapes in order to have mineral wines: *“in terms of raw material, I would not choose raw material with high yield, initially you need some concentration in the grapes”* (respondent 35).

Winemaking

Some respondents declare that it is possible to modulate minerality through winemaking. In particular natural respondents recommend a winemaking process as neutral as possible in order to preserve wine minerality: *“my winemaking style should be as neutral as possible”* (respondent 9). On the other hand, technological respondents recommended a classical winemaking.

Concerning the yeasts used in AF, respondents agree in using indigenous yeasts or commercial yeasts providing they are neutral from an aromatic point of view: *“...So I would favor indigenous yeasts, precisely perhaps to maximize also the side, terroir effect, mineral effect, so indigenous yeasts.”* (respondent 4).

Respondents also agree in avoiding cold temperatures during AF in order not to exaggerate the fruity dimension on the wines which could mask wine minerality: *“...warmer alcoholic fermentation, around 23°-25° C in order to make wines that express more the terroir than the fruit”* (respondent 17).

The maturation of the wine seem to be a critical issue to have mineral wines, in particular the kind of container, the length of the ageing and the management of the lees. There is a strong consensus on the idea that barrel fermentation and ageing mask wine minerality. Therefore respondents, irrespectively of their group, recommend the use of neutral vats (mostly stainless steel) to conduct fermentations and ageing. This is clearly stated by respondent 8: *“in order to have the strongest minerality expression, you don't have to mask it*

with oak, you rather conduct the ageing in stainless steel tanks". Other respondents are less refractory to using oak, providing the barrels had been used for several vintages: *"then, concerning the winemaking, I would do it 80% in vats and the rest in barrels, (...) no new oak"*(respondent 18).

There is a dominant idea according to which long ageing on lees is a positive factor for wine minerality: *"We noticed in our winery that when we conduct longer ageing periods we succeed in having more minerality pointing out, in having wines that have more "tension" than fruit and the freshness"* (respondent 36).

However, a third of the respondents of the technological group prone just the opposite; short ageing and early bottling (which is consistent with their production strategy), *"in order to keep the freshness of the wine"*. Lees contact is a ubiquitous practice in Chablis white wine production. The sensory effect of lees contact on the wine is double; on one hand lees keep the wine in a moderate reductive state preventing oxidation and, according to some respondents, sustaining mineral aromas (e.g. oyster shell): *"going on a reductive state makes minerality more present"* (respondent 29), or *"Chablis wines are characteristic of minerality when they are slightly in a reductive state, not in the oxidation (...). With reductive I don't mean the H₂S kind, I mean a slight reduction, not annoying, but reinforcing this terroir taste"* (respondent 17). The role of reduction as an important sub-dimension of minerality has already been pointed out by Ballester et al. (2013) as well as Heymann et al. (2014). However, in a study on Sauvignon blanc, Parr et al. (2015) found that reductive aromas did not significantly predict perceived minerality. It is possible that in the context of an aromatic wine which is often slightly reduced in order to protect some of the key varietal aromas (i.e. thiols), further reduction is not considered in terms of minerality as it seems to be for Chardonnay wines. However, Parr et al. (2016) found that SO₂, which can have a noticeable impact on the redox status of wine, was an important predictor for perceived minerality. With this respect it is surprising to note that in our study, items concerning SO₂ management were scarce.

On the other hand lees release a number of macromolecules (e.g. manoproteins) which can modify the mouthfeel perception (in particular tactile sensations) by increasing palate weight or "fattiness" (*gras* in French). According to many respondents, in particular from the transition group, this "fattiness" is negatively correlated to their idea of minerality: *"...the further you push the ripeness, the more your wine will be round and fatty and rich as it will lose the straight, tense and crystalline character that represents better wine minerality in my opinion"* (respondent 8). This result seem to be in contradiction with Parr et al. (2015) who

found the concentration/palate weight were good predictors for minerality when participants used nose clip to prevent retronasal information.

3.3. Sensory minerality assessment

Three wines were selected from each typology group and their perceived minerality was assessed by a panel of wine experts to check if the wines perceived minerality varied significantly depending on the production strategy. The minerality mean scores for each class and their standard deviations(SD) are presented in Fig. 10.

The between-subject ANOVA showed no significant differences between production classes ($F_{(3, 195)}=1.26$, $p=0.3$). However, this result must be considered with caution since we have to take it in account the low number of respondents in some of the classes and the fact that only three wines represented each class. Moreover, the high SD values in Fig. 10 suggest a strong variability in the way the assessors rated minerality. With this respect, previous studies (Ballester et al. 2013; Rodrigues, Valentin & Ballester, 2015) have shown that sensory minerality assessments usually show high variability due to lack of agreement between the assessors. This inter-individual variability could be partially responsible for the lack of significance of our results. Yet, the absence of significant difference between classes is in line with the fact that no strong difference was observed in the way producers from the different classes conceptualize the link between wine production and minerality.

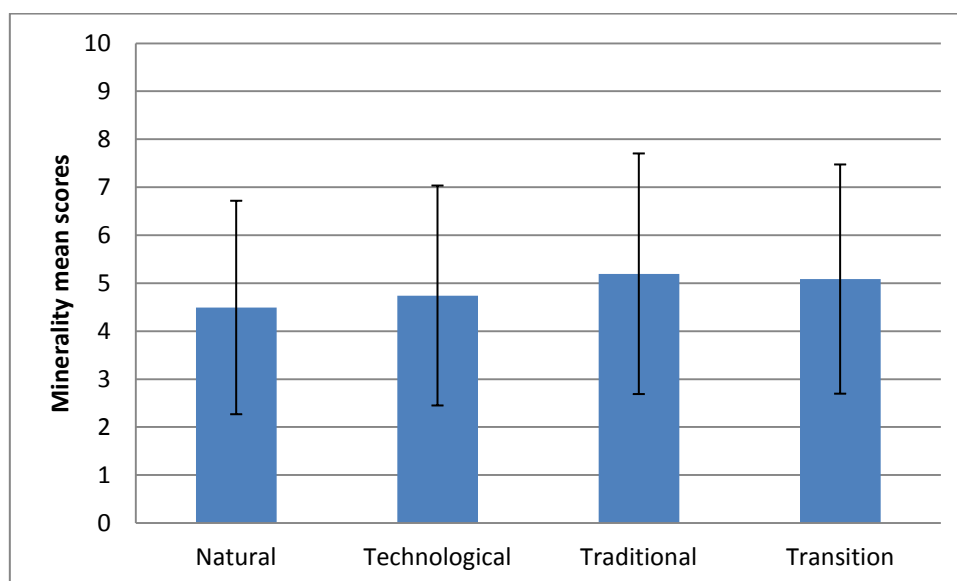


Fig. 10. Minerality mean scores for each class and their standard deviations

4. Conclusion

The premises of our study were that, in the Chablis area, producers' conception of wine minerality would affect the way they grow vines and make wine, and in turn, that the wines obtained according to different production strategies would lead to wines with different intensities in their mineral character. A typology analysis of producers' viticultural and enology practices showed different production strategies existing in Chablis. We classified these strategies in four classes and evaluated the link between the producers' strategy in each class and the way they conceptualize minerality. Results showed that during the deep interview on production strategies only ten respondents (out of 36) spontaneously mentioned minerality in some way. However, among them, only four explicitly declared that their main goal was to produce mineral wines, implying that their production strategy was oriented to achieve that. Many other factors seem more important than getting mineral wines, in particular tradition, logistical or economical issues, and lately philosophical attitudes like environmental protection or public health.

Only when minerality was mentioned in the short interview the respondents started to connect production strategies and wine minerality. For instance not using oak and limiting lees contact when the producer thinks that oaky notes and fattiness mask minerality, or keeping a slight reduction in the wine to preserve shellfish aromas if they think that they are an important dimension of minerality. However, our results globally show that the production strategy is not always tailored to maximize minerality in the wines, since producers from the four classes share most of their representation of the determinants of minerality. Moreover these representations are consistent with what was observed in previous literature based on both declarative and behavioral (i.e. based on blind wine tasting) (Ballester et al. 2013; Heymann et al. 2014).

Finally, it seems that some producers, irrespective of their class, have a minerality representation that depends more on the way they make wine than the opposite. For instance, long ageing is seen as good for minerality by producers doing long ageing and short ageing is perceived as favoring minerality by the producers using short ageing. Producers that systematically inoculate commercial yeasts do not think that the use of indigenous yeasts is a mandatory step to produce mineral wines. Most of the respondents think that the way they make wine, is the "good way" to get mineral wines. That suggests that there is maybe an

alignment of the minerality representation towards the production strategy and not only the other way around, as we hypothesized.

In line with this interpretation, no difference was observed in the perceived minerality between the wines made by the producers' from the four classes. Although this absence of effect should be interpreted with caution, it suggests that the effect of production strategies maybe not be a matter of how intense the minerality is but what kind of minerality the wines have.

Acknowledgements

This work was funded by Burgundy Regional Conseil, *Bureau Interprofessionnel des Vins de Bourgogne*, France and *Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)*, *programa "Ciência sem Fronteiras"*, Brazil. The authors want to warmly thank wine professionals from Chablis who participated in this study.

References

- Ballester, J., Mihnea, M., Peyron, D., & 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.
- Bressolles, G., Durrieu, F., & Senecal, S. (2014). A consumer typology based on e-service quality and e-satisfaction. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 21(6), 889-896.
- Buyck, J. F., Vincelet, C., Chatignoux, E., Grange, D., & Grémy, I. (2009). Typologie du comportement alimentaire dans la région Ile-de-France. *ORS Ile-de-France*.
- Cortez-Arriola, J., Rossing, W. A., Massiotti, R. D. A., Scholberg, J. M., Groot, J. C., & Tiftonell, P. (2015). Leverages for on-farm innovation from farm typologies? An illustration for family-based dairy farms in north-west Michoacán, Mexico. *Agricultural Systems*, 135, 66-76.

- Daloğlu, I., Nassauer, J. I., Riolo, R. L., & Scavia, D. (2014). Development of a farmer typology of agricultural conservation behavior in the American Corn Belt. *Agricultural Systems*, 129, 93-102.
- Deneulin, P., & Bavaud, F. (2016). Analyses of open-ended questions by renormalized associativities and textual networks: A study of perception of minerality in wine. *Food Quality and Preference*, 47, 34-44.
- Dijk, M., Orsato, R. J., & Kemp, R. (2015). Towards a regime-based typology of market evolution. *Technological Forecasting and Social Change*, 92, 276-289.
- Emtage, N., Herbohn, J., & Harrison, S. (2007). Landholder profiling and typologies for natural resource-management policy and program support: potential and constraints. *Environmental Management*, 40(3), 481-492.
- Gaspar, P., Escribano, M., Mesías, F. J., de Ledesma, A. R., & Pulido, F. (2008). Sheep farms in the Spanish rangelands (dehesas): Typologies according to livestock management and economic indicators. *Small Ruminant Research*, 74(1), 52-63.
- Heymann, H., Hopfer, H., & 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.
- Landais, E. (1998). Modelling farm diversity: new approaches to typology building in France. *Agricultural systems*, 58(4), 505-527.
- Lebart, L., & Piron, M. (1995). Morineau. A. & Piron. M.
- Léon, C., Guilbert, P., Escalon, H. P., Ferron, C., Delamaire, C., & Gautier, A. (2004). Une typologie des consommateurs à partir de l'enquête Baromètre santé nutrition 2002. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 39(6), 409-419.
- Maltman, A. (2013). Minerality in wine: a geological perspective. *Journal of wine research*, 24(3), 169-181.

Martin-Collado, D., Soini, K., Mäki-Tanila, A., Toro, M. A., & Díaz, C. (2014). Defining farmer typology to analyze the current state and development prospects of livestock breeds: The Avileña-Negra Ibérica beef cattle breed as a case study. *Livestock Science*, 169, 137-145.

Montaigne, E., & Coelho, A. (2012). Structure of the producing side of the wine industry: Firm typologies, networks of firms and clusters. *Wine Economics and Policy*, 1(1), 41-53.

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

Phillip, S., Hunter, C., & Blackstock, K. (2010). A typology for defining agritourism. *Tourism Management*, 31(6), 754-758.

Ribéreau-Gayon, P., Dubourdieu, D., Donèche, B., & Lonvaud, A. (Eds.). (2006). *Handbook of enology, the microbiology of wine and vinifications* (Vol. 1). John Wiley & Sons.

Rodrigues, H., Ballester, J., Saenz-Navajas, M. P., & 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.

Vanaclocha, a. C., & gomez, a. L. (1986). Operations pré-fermentaires et état de maturité du raisin. Relation avec la fraction volatile du vin. *Cahier scientifiques*.

Van Eupen, M., Metzger, M. J., Pérez-Soba, M., Verburg, P. H., Van Doorn, A., & Bunce, R. G. H. (2012). A rural typology for strategic European policies. *Land Use Policy*, 29(3), 473-482.

C. Conclusions

L'étude présentée dans ce chapitre avait pour objectif de vérifier si les croyances sur la minéralité des producteurs de vin à Chablis ont un impact sur la façon dont ils dirigent leurs vignobles et font leurs vins, et si les vins obtenus selon différentes stratégies de production conduisent à des vins avec différentes intensités de minéralité.

Les résultats ont mis en évidence quatre types de production de vin à Chablis. Lors de l'entrevue en profondeur sur les stratégies de production seulement dix répondants sur trente-six ont mentionné spontanément le terme minéralité. Cependant, parmi eux, seulement quatre ont déclaré explicitement que leur principal objectif était de produire des vins minéraux, ce qui implique que leur stratégie de production a été orientée pour y parvenir. De nombreux autres facteurs semblent être plus importants que d'obtenir des vins minéraux, notamment la tradition, des problèmes logistiques et/ou économiques, et les attitudes philosophiques comme la protection de l'environnement ou la santé publique.

Globalement, la stratégie de production n'est pas toujours adaptée pour maximiser la minéralité dans les vins, puisque les producteurs des quatre classes partagent la plupart de leur représentation des déterminants de la minéralité. Enfin, aucune différence n'a été observée dans la minéralité perçue entre les vins obtenus par les producteurs des quatre classes. Bien que cette absence d'effet doit être interprétée avec prudence, elle suggère que l'effet des stratégies de production n'est peut être pas une question d'intensité de la minéralité mais plutôt de qualité de minéralité.

Afin de vérifier si leurs déclarations sur la minéralité ont un fondement perceptif, le prochain chapitre cherche à révéler les dimensions sensorielles de la minéralité des vins et à tester leur comportement sensoriel dans différents millésimes.

Chapitre IV

La minéralité : ses dimensions et son comportement sensoriel

A. Introduction

Le troisième chapitre a montré l'existence à Chablis d'une diversité de modes de production des vins. Quatre groupes de producteurs qui gèrent leurs vignobles et produisent leurs vins de manière différente ont été mis en évidence. Au sein de chaque groupe la similarité des pratiques viticoles et œnologiques ont été les critères d'appartenance au groupe donné. Cette typologie de production des vins Chabliens nous a permis de connaître les procédés d'élaboration et les pratiques de l'appellation. Cela nous a amené à réfléchir aux caractéristiques sensorielles des vins et à leur conservation.

La minéralité est un descripteur qualitatif des vins (chapitre 2) qui peut être lié aux notions de réduction et de composés soufrés. Cette liaison entre composés soufrés et minéralité est décrite dans le *Traité d'œnologie*, de Pascal Ribéreau-Gayon et. al. (2006), dans sa 5^{ème} édition. Les auteurs font référence à la minéralité dans le chapitre sur le vieillissement aromatique prématuré des vins blancs (p. 346), dans les termes suivants : « *Cette odeur particulière [la résine, l'encaustique, le camphre ou encore le miel et l'hydromel], qui rappelle celle des vins blancs oxydés, peut concerner tous les vins blancs secs ou liquoreux quels soient l'origine et le cépage. Elle se développe au détriment des nuances empyreumatiques, minérales et truffées, caractéristiques du bouquet de réduction des vins blancs* ». Les auteurs ont ainsi émis l'hypothèse d'un lien entre le caractère minéral et les arômes réducteurs s'opposant aux notes d'oxydation.

Le quatrième chapitre de cette thèse a pour objectif d'explorer cette hypothèse. Une étude sensorielle « verticale » a été développée pour suivre l'évolution des caractéristiques sensorielles et la présence ou absence du caractère minéral de différentes millésimes Chablis 1^{er} Cru Côte de Léchet, qui comme on l'a vu dans le chapitre précédent, est un des 1^{er} Cru parmi les plus choisis par les producteurs pour faire des vins minéraux.

Cette étude a été l'objet d'une présentation orale à une conférence internationale (voir en annexe):

B. 10th International Symposium of Enology of Bordeaux, France, 2015.

Effet du vieillissement sur la perception sensorielle de la minéralité des vins Chablis 1^{er} Cru

H. RODRIGUES^{1,2*}, D. VALENTIN^{2,3}, J. BALLESTER^{2,4}

¹Université de Bourgogne, 21000 Dijon, France

²Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation, UMR 6265 CNRS, UMR 1324 INRA, Dijon France

³AGROSUP, Université de Bourgogne-Franche-Comté, 1 Esplanade Erasme, 21000 Dijon, France

⁴IUVV Jules Guyot, Université de Bourgogne-Franche-Comté, 1 rue Claude Ladrey, 21078 Dijon, France

Millésime – minéralité – oxydation – perception

Introduction

Le mot minéralité, largement employé tant par certains professionnels que par les consommateurs, n'est pratiquement jamais défini de manière précise, ce qui en fait un descripteur intrigant [1]. La première apparition du mot minéral associé aux vins date de 1946, dans le livre *Les Imprudents* de Marguerite Duras p. 68 : « Pour leur délier la langue qu'ils retenaient d'habitude (comme si parler en semaine eût été pêcher), le vin d'Uderan faisait merveille, un vin blanc un peu sec, qui avait pris la saveur minérale des plateaux ». Dès la première apparition, le mot minéralité dénote clairement qualité aux vins qu'il fait référence. De nos jours, son utilisation est telle qu'elle apparaît comme un phénomène de mode, une tendance autant chez les professionnels que chez les amateurs de vins [2]. L'augmentation de l'utilisation du mot minéralité est remarquable. En effet, ce descripteur était pratiquement inexistant il y a seulement deux décennies, mais il bénéficie maintenant d'une très forte utilisation [3]. Paradoxalement, cette expression qui est très en vogue dans la filière du vin est absente dans les dictionnaires de la langue française, comme le *Larousse* (2014) et le *Petit Robert* (2014), mais elle est présente comme un néologisme dans le *Dictionnaire de la Langue du Vin* de Martine Coutier [4]. Minéral et minéralité, une sensation qui évoque l'odeur ou le goût de certains minéraux ou de roches, silex, pierre-à-fusil, craie. Cependant, il n'existe pas une définition précise, juste des exemples dans lesquels l'expression est retrouvée. Dans ces exemples, l'auteur fait référence à des dimensions du goût « ...dont la minéralité sous-jacente contrebalance la sucrosité (...) » (M. Mastrojanni, *Le Grand Livre des Vins d'Alsace*, 1993, p. 78), des dimensions d'arômes « Nez discret et fermé au départ qui révèle à l'aération une complexité remarquable : minéralité (pierre-à-fusil, silex, craie) enveloppante et élégante, complétés par des notes butyreuses et épicées (...) » (*Le Rouge et Le Blanc*, 2005, no. 78, p. 19) et d'une liaison avec la composition du sol évoquant le terroir « A l'attaque, la minéralité surprend, expression d'un sol argilo-calcaire sur base de Kimméridgien (...) » (*L'Amateur de Bordeaux*, sept.-oct. 2002, no. 81, p. 19.).

L'origine de la minéralité des vins est encore une énigme. Peynaud et Blouin, dans *Le Grand Livre de la Dégustation - Le Goût du Vin*, 5^{ème} édition de 2013, consacrent un chapitre à la minéralité où ils affirment que « ...il est très difficile, voire impossible, de simuler, provoquer, accentuer ou supprimer la minéralité, même en laboratoire, contrairement à la plupart des caractères olfactifs ou gustatifs » [1].

Généralement, la minéralité des vins est associée dans la littérature à plusieurs descripteurs, parmi eux, les descripteurs métalliques, arômes et goûts salins [5], silex, pierre-à-fusil, iodé, craie, acide, fraîcheur et fumée [6-10]. Heymann et al. [10], en faisant une exploration sur la perception de la minéralité de vins blancs reconnus comme minéraux par la presse spécialisée et en utilisant des experts et un panel entraîné,

ont montré une corrélation positive de la note minérale avec le goût acide et citronné, la fraîcheur, la pierre mouillée, les arômes chimiques, les arômes et le goût de réduction, herbacés et calcaires. La note minérale dans cette étude était négativement corrélée avec les notes de beurre, caramel au beurre, vanille, arômes boisés, miel, fruit, moisi et pipi de chat. Certaines publications scientifiques ont mis en évidence le caractère multimodal de la minéralité. Parr et al. [11], dans une étude sur le Sauvignon blanc, ont montré qu'il y avait une corrélation négative dans l'évaluation ortho nasale et rétro nasale de la minéralité, ce qui suggère que l'évaluation de la minéralité en bouche peut être modulée par le goût et/ou la texture du vin. En revanche, Ballester et al. [8] ont montré que sur le Chardonnay de Bourgogne, la minéralité évaluée en bouche était indépendante de la minéralité évaluée au nez.

Parmi tous les descripteurs associés à la minéralité évoqués plus haut, il est intéressant de noter que certains sont directement liés à la réduction et aux composés soufrés. En plus, ce lien est directement présenté dans le *Traité d'Œnologie*, de Pascal Ribéreau-Gayon et al. [12], dans sa 5^{ème} édition. Les auteurs ont fait référence à la minéralité dans le chapitre sur le vieillissement aromatique prématuré des vins blancs (p. 346), dans les termes suivants : « *Cette odeur particulière [la résine, l'encaustique, le camphre ou encore le miel et l'hydromel], qui rappelle celle des vins blancs oxydés, peut concerner tous les vins blancs secs ou liquoreux quels que soient l'origine et le cépage. Elle se développe au détriment des nuances empyreumatiques, minérales et truffées, caractéristiques du bouquet de réduction des vins blancs* ». Les auteurs ont donc relié le caractère minéral avec des arômes réducteurs et l'ont opposé aux notes d'oxydation.

A partir de toutes ces études récentes qui indiquent que les notes réductrices provoquées par des composés soufrés pourraient en partie participer au caractère minéral des vins et considérant que les composés soufrés responsables sont sensibles à la présence d'oxygène, nous émettons l'hypothèse que la minéralité pourrait être négativement corrélée avec le degré d'oxydation des vins et, par conséquence, être moins prononcée dans les vins plus âgées.

1. Matériel et méthodes

Participants

Vingt volontaires ont participé à l'étude (7 femmes et 13 hommes, âgés de 23 à 53 ans) et étaient tous impliqués dans le processus de fabrication des vins de Chablis. Le Tableau 1 présente l'âge et le niveau d'éducation des participants.

Tableau 1 - Profil des participants

Age (ans)	Participants
21-30	3
31-40	7
41-50	8
51-60	2
Niveau d'éducation	
Collège	--
Lycée	2
Université	18

Vins

Sept différents millésimes Chablis 1^{er} Cru Côte de Léchet (2012, 2011, 2010, 2009, 2006, 2004 et 1998) du même producteur ont été sélectionnés pour cette expérience, avec un écart d'un an entre les quatre plus jeunes et un décalage plus accentué entre les trois plus anciens. Tous les vins étudiés étaient bouchés en liège naturel.

Procédure

Les panélistes recevaient sept échantillons dans un ordre aléatoire en suivant un carré latin et leur tâche était d'évaluer la minéralité des échantillons sur une échelle d'intensité en sept points, allant de la borne *absente* à gauche jusqu'à *très intense* à droite. Ils devaient ensuite décrire les vins à l'aide d'une liste de descripteurs inspirée de Parr et al. [13] et adaptée au Chardonnay. Cette liste est détaillée dans le Tableau 2 et comporte des descripteurs reliés à l'oxydation (miel/cire), à la réduction (pierre-à-fusil/silex

frotté/fumée, soufré/réduit/œuf pourri), d'autres descripteurs reliés à la minéralité dans la littérature, plus d'autres descripteurs plus généraux.

Analyse de données

Nous avons tout d'abord fait une *Analyse en Composantes Principales* (ACP) sur la matrice vins x dégustateurs afin de regarder l'accord et désaccord des juges. Nous avons ensuite fait une *Classification Ascendante Hiérarchique* (CAH) sur les coordonnées de l'ACP, afin de mettre en évidence des groupes de dégustateurs donnant des réponses similaires. Enfin, une ANOVA suivie d'un test de Duncan a été réalisé pour chaque groupe de dégustateurs afin de déterminer s'il y avait des différences significatives entre les millésimes.

Tableau 2 - Liste des descripteurs

	Termes
1	Minéral
2	Fruits jaunes/fruits blancs
3	Herbe coupée
4	Floral
5	Agrume (citron et pamplemousse)
6	Miel/cire
7	Pierre-à-fusil/silex frotté/fumée
8	Soufré/réduit/œuf pourri
9	Craie/calcaire
10	Coquillages/iodé
11	Sucré
12	Amertume
13	Acidité/vivacité
14	Salinité
15	Fraîcheur
16	Densité/volume en bouche

2. Résultats et discussion

Les résultats ont montré un désaccord entre les professionnels sur leur jugement de la minéralité (Fig. 1). Ces résultats sont en accord avec ceux montrés par Ballester et al. [8]. Deux groupes de dégustateurs se dégagent dans une analyse CAH (Fig. 2).

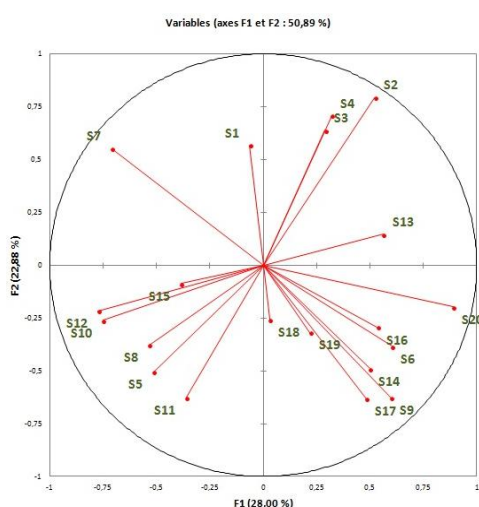


Fig. 1 - ACP avec la distribution des participants par leurs jugements de la minéralité.

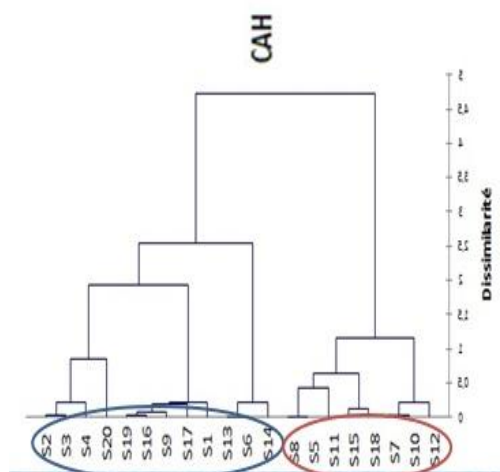


Fig. 2 - Fig. 2 - Analyse de classification ascendante hiérarchique (CAH).

Afin de mieux comprendre comment ces deux groupes de dégustateurs voient l'association entre minéralité et oxydation nous avons fait une ACP sur les descripteurs et les vins pour chaque groupe. Le premier groupe (n=12) révèle une claire opposition entre le caractère minéral et les notes miel/cire, notes représentatives de l'oxydation (Fig. 3a) et ce caractère minéral est associé à des notes du goût comme *acidité* et *vivacité*, et un descripteur sensoriel d'origine somesthésique, la *fraîcheur*. Pour l'autre groupe (n=8), l'ACP montre une indépendance entre la minéralité et le caractère oxydatif des vins et une opposition avec les notes réductrices (Fig. 3b) et la minéralité pour ce groupe est associée aux descripteurs *craie* et *calcaire* et opposée aux notes de réduction. Pour ce dernier groupe, les résultats ne vont pas dans le sens attendu (l'opposition minéralité et miel/cire).

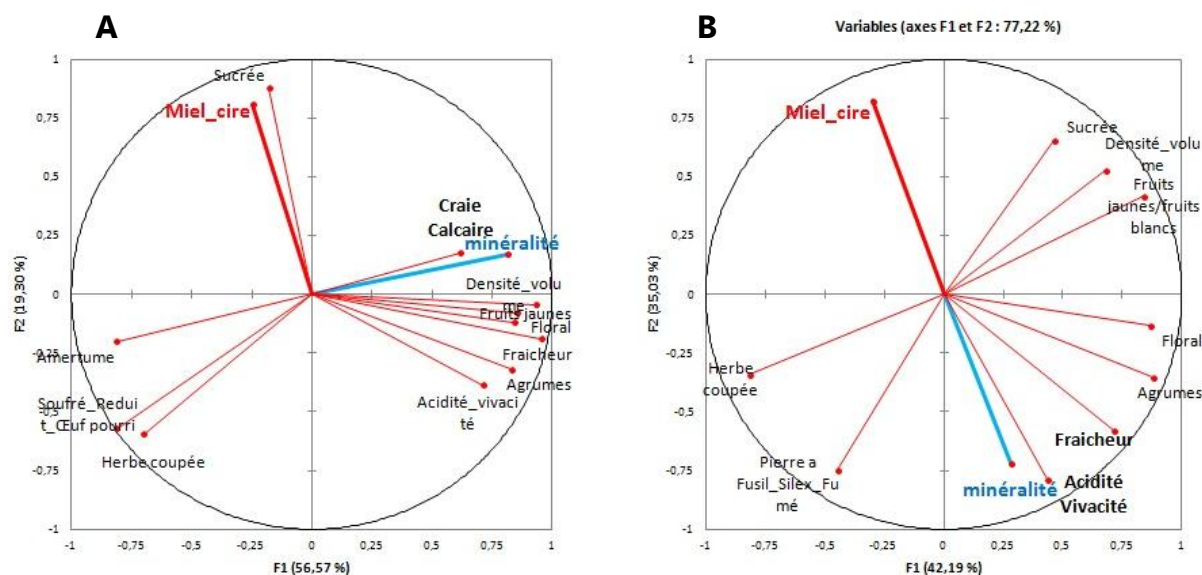


Fig. 3 - ACP avec la distribution des descripteurs par les groupes 1 (A) et 2 (B).

Conclusion

Finalement, notre hypothèse de départ n'est que partiellement validée, puisque deux conceptions différentes de minéralité par rapport au mécanisme d'oxydoréduction ont été mises en évidence. La minéralité est corrélée avec la réduction qui est opposée à l'oxydation (première conception) et la minéralité est opposée à la réduction et indépendante de l'oxydation (deuxième conception). Ces résultats préliminaires restent à confirmer en réitérant l'expérience avec une effective plus large de participants.

Remerciements

Les auteurs remercient le « Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPQ, programa Ciência sem Fronteiras, Brasil », le Bureau Interprofessionnel de Vins de Bourgogne et le Conseil Régional de Bourgogne pour le financement de ce projet de recherche.

Références

1. Peynaud É, Blouin J (2013) *Le goût du vin - 5e éd : Le grand livre de la dégustation*. Dunod.
2. Deneulin P, Le Bras G, Le Fur Y et al (2014) Minéralité du vin : représentations mentales de consommateurs suisses et français. *Rev Suisse Vitic Arboric Hortic* **46**: 174-180.
3. Maltman A (2013) Minerality in wine: a geological perspective. *J Wine Res* **24**: 169-181.
4. Coutier M (2007) *Dictionnaire de la langue du vin*. CNRS.
5. Dawson E (Oct. 7, 2009). Taking our vitamins and minerality. *Palate Press*.

6. Lund CM, Thompson M, Benkowitz F et al (2009) New Zealand Sauvignon blanc distinct flavor characteristics: sensory, chemical, and consumer aspects. *Am J Enol Vitic* **60**: 1-12.
7. Parr WV, Valentin D, Green JA et al (2010) Evaluation of French and New Zealand Sauvignon wines by experienced French wine assessors. *Food Qual Prefer* **21**: 56-64.
8. Ballester J, Mihnea M, Peyron D et al (2013) Exploring minerality of Burgundy Chardonnay wines: a sensory approach with wine experts and trained panellists. *Aust J Grape Wine Res* **19**: 140-152.
9. Le Fur Y, Gautier L (2013) De la minéralité dans les rosés ? *Rev Fr Oenol* **260**: 40-43.
10. Heymann H, Hopfer H, Bershaw D (2014) An exploration of the perception of minerality in white wines by projective mapping and descriptive analysis. *J Sens Stud* **29**: 1-13.
11. Parr WV, Green JA, White KG et al (2007) The distinctive flavour of New Zealand Sauvignon blanc: sensory characterisation by wine professionals. *Food Qual Prefer* **18**: 849-861.
12. Ribéreau-Gayon P, Glories Y, Maujean A et al (2012) *Traité d'œnologie - Tome 2 - 6e éd. - Chimie du vin. Stabilisation et traitements*. Dunod.
13. Parr WV, Ballester J, Peyron D et al (2015) Perceived minerality in Sauvignon wines: influence of culture and perception mode. *Food Qual Prefer* **41**: 121-132.

C. Conclusion

Le quatrième chapitre nous a permis d'explorer les descripteurs sensoriels associés à la minéralité des vins et de vérifier le comportement sensoriel de celle-ci dans des vins vieillies, en faisant référence à l'association et à l'opposition de la minéralité aux descripteurs marqueurs de réduction et d'oxydation.

Un manque de consensus parmi les juges a été révélé. Un premier groupe montre une opposition entre minéralité et notes de miel/cire (marqueurs d'oxydation) allant dans le sens de notre hypothèse. Au contraire, pour le deuxième groupe une indépendance entre minéralité et caractère oxydatif des vins et une opposition minéralité et notes réductives ont été observées. Pour les deux groupes le descripteur « minéral » est associé à des descripteurs couramment corrélés à la minéralité dans la littérature comme acidité, vivacité, fraîcheur, craie et calcaire.

Cette étude nous a permis de confirmer la complexité existante dans la compréhension par les experts du descripteur minéral. Comme Ballester et al (2013) l'on déjà souligné le manque de consensus renvoie à plusieurs représentations mentales concernant la minéralité. Cela permet d'observer que les représentations individuelles sont très fortes et capables de développer différentes conceptions de minéralité, ce qui ne permet pas l'obtention d'une validation complète de nos hypothèses de départ.

Chapitre V

Minéralité: Approche sensorielle et moléculaire

A. Introduction

Le quatrième chapitre a mis en évidence les descripteurs et les dimensions sensorielles associés à la minéralité ainsi que les descripteurs opposés et indépendants de la minéralité. Pour un des deux groupes d'experts les notes réductives ont été associés à la minéralité qui elle, était opposé aux notes d'oxydation (miel, cire). Cela va dans le sens de l'hypothèse de Ribéreau-Gayon et al., (2006) sur l'association de la minéralité a la réduction des vins. L'étude précédente a permis également de pointer du doigt d'autres sous-dimensions de la minéralité telles que l'acidité ou les agrumes.

L'objectif de ce chapitre est d'étudier plus en profondeur la relation entre les notes de minéralité, les descripteurs sensoriels et la composition chimique des vins étudiés. Pour cela, nous nous sommes intéressés aux positionnements des vignes par rapport à la rivière le Serein à Chablis. Des croyances populaires des producteurs, la littérature sur le vin de Chablis (Cannard, 1999) et les déclarations de certains producteurs dans leurs réponses aux entretiens du chapitre III, pointent un possible impact du cote de la rivière dans l'intensité de la minéralité dans les vins.

Cette étude a été soumis en format d'article a la revue a comité de lecture « *Food Chemistry* » et présenté comme poster (voir en annexe) au 70th European conference on sensory and consumer research – EUROSENSE, Dijon, France, 2016.

B. Article Soumis à la revue scientifique « *Food chemistry* »

Sensory and chemical drivers of wine minerality aroma: An application to Chablis wines

Heber RODRIGUES¹, María-Pilar SÁENZ-NAVAJAS², Ernesto FRANCO-LUESMA²,

Dominique VALENTIN¹, Purificación FERNÁNDEZ-ZURBANO^{3, 4},

Vicente FERREIRA², Arancha DE LA FUENTE BLANCO², Jordi BALLESTER¹

¹ *Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation, CNRS, INRA, Université de Bourgogne Franche-Comté, 21000 Dijon, France.*

² *Laboratorio de Análisis del Aroma y Enología (LAAE), Department of Analytical Chemistry, Universidad de Zaragoza, Instituto Agroalimentario de Aragón (IA2) (UNIZAR-CITA), Associate unit to Instituto de las Ciencias de la Vid y del Vino (ICVV) (UR-CSIC-GR), c/ Pedro Cerbuna 12, 50009 Zaragoza, Spain*

³ *Instituto de las Ciencias de la Vid y del Vino (ICVV) (Universidad de La Rioja-CSIC-Gobierno de La Rioja). Carretera de Burgos, km.6, Finca de la Grajera, E-26007 Logroño, Spain*

⁴ *Department of Chemistry, Universidad de La Rioja, c/ Madre de Dios 51, E-26006 Logroño, La Rioja, Spain*

Abstract

The goal of this work was to evaluate the effect of vineyard position on the minerality of wines and to establish relationships between minerality scores, sensory descriptors and chemical composition. Sensory analyses included minerality rating and free description performed by wine professionals under two conditions: orthonasal olfaction alone and global tasting. Chemical characterization included analysis of major and minor volatile compounds, volatile sulphur compounds, mercaptans, metals, anions and cations. Results showed a significant effect of the river bank on wine minerality scores only under the orthonasal olfaction condition, samples from the left being more mineral than those from the right side. Methanethiol, involved in shellfish aroma, was significantly higher in wines from the left (more mineral) than from the right side. Contrary, copper levels, related to lower levels of free MeSH, and norisoprenoids, responsible for white fruit and floral aromas, were higher in wines from the right side (less mineral).

Keywords: minerality; Chablis; Chardonnay; methanethiol; river side; shellfish aroma

1. Introduction

Flavor plays an important role in food and beverages appreciation and consumption. Flavor perception is a system that involves diverse chemical compounds, peripheral receptors and the brain, resulting in a very complex system. An example of this complexity is wine, an alcoholic beverage comprising a wide range of volatile and non-volatile components interacting to form wine flavor. Quantification of sensory-active molecules has been useful for instance in better understanding the perceived quality of wines of different varieties and regions (Saénz-Navajas et al., 2015), understanding the source of some wine aroma descriptors (Ferreira, Sáenz-Navajas, Campo, Herrero, de la Fuente & Fernandez-Zurbano, 2016) and disclosing wine styles (Liu et al., 2015). One of the most intriguing wine styles is mineral wines. Minerality is an ill-defined sensory descriptor widely used nowadays, though absent from the famous “Wine Aroma Wheel” (Noble, Arnold, Masuda, Pecore, Schmidt & Stern., 1984). Recently, this term has been popularized by critics, winemakers and consumers, but has not been accompanied by scientific evidence, resulting in lack of clarity (Parr, Ballester, Peyron, Grose & Valentin, 2015). What is wine minerality?

Few scientific studies have been conducted to better understand this concept. The first one was developed by Baroň & Fiala (2012). These authors worked on the hypothesis that minerality emergence would be linked to poor nitrogen sources in musts rather than to differences in mineral contents. Thus, low nitrogen levels in musts would generate nutritional stress of yeasts resulting in higher productions of succinic acid during wine fermentation. The authors observed that the presence of different levels of this acid (100-500 mg L⁻¹) was able to induce sensory differences among wines. However, the authors failed to link succinic acid with perceived minerality. From another point of view, one year later, the article entitled “*Minerality in wine: a geological perspective*”, written by the geologist Alex Maltman (2013), demystified the link between minerals from the soils and the perception of minerality,

which was expressed in his conclusions: *“this is not to say, however, that the anecdotal belief of minerality arising from unproductive soils is unfounded, but rather that any connection must be indirect”*.

From a sensory perspective, Ballester, Mihnea, Peyron & Valentin (2013) explored minerality of Burgundy Chardonnay wines showing that French experts linked mineral wines to terms partially related to reduction notes such as reductive, sulphur, cabbage and cardboard. When they were asked to shortly define minerality, the terms gunflint, flinty, iodine emerged as the most frequently cited. Parr et al (2015) studied the influence of culture (assessors from New Zealand and France) and perception mode (global condition, olfaction, and nose-clip condition) in perceived minerality on Sauvignon Blanc wines. These authors observed that, despite some minor cultural differences, there was a global consensus across cultures on sensory minerality judgments. They observed that minerality was positively linked to flinty/smoky, citrus and chalky/calcareous aroma and negatively to tropical fruits such as passion fruit. Heymann, Hopfer & Bershaw (2014) studied the minerality perception by Projective Mapping revealing that a panel of American experts associated minerality to aroma attributes such as fresh, citrus or wet stone, while negatively to aroma descriptors such as butter, butterscotch, vanilla or oak. This last work was the first to correlate sensory and chemical data in an attempt to understand wine minerality. Classical enological analysis such as pH, total acidity (TA), free and total sulphur dioxide, dissolved carbon dioxide as well as organic acids and residual sugar levels were performed. Results showed that the mineral descriptor was moderately associated with free and total sulphur dioxide and strongly associated with malic acid, TA and tartrate level, which supported the idea that sour taste would be involved in wine minerality.

Parr et al (2016) recently investigated the relationship between perceived mineral character in white wine and wine chemical composition. They worked with 16 Sauvignon

Blanc wines (eight from France and eight from New Zealand). Sensory data were collected amongst 32 wine professionals from France and 31 wine professionals from New Zealand. Chemical analyses were more sophisticated than those previously used by Heymann, Hopfer & Bershaw (2014), because in addition to conventional enological parameters, they also quantified a wide range of volatile compounds, elemental composition and organic acids. Their results showed that several aspects of wine composition associated positively with perception of mineral character while others associated negatively, the significant associations differing as a function of participant culture. Even if some efforts have been made, wine minerality remains mysterious, defined very vaguely and creating beliefs and representations.

Rodrigues, Ballester, Sáenz-Navajas and Valentin (2015) have investigated the social representation of minerality in wines of two social groups, winemakers from Chablis, a French wine region well known for its mineral wines, and wine consumers from Burgundy, France. Contrary to what was observed for consumers, minerality representation of winemakers was linked to sensory descriptors such as chalky, shellfish and freshness. Interestingly, mental representation of minerality was strongly linked to *terroir*, which was the sole central element shared by both groups. This association between minerality and *terroir* was also reported in a very recent study focused on the textual analysis of open-ended questions related to the term minerality (Deneulin & Bavaud, 2016). This association between minerality and *terroir* is repeatedly sustained by wine critics and publicity.

According to Van Leeuwen and Seguin (2006), *terroir* is “concerned with the relationship between the characteristics of an agricultural product (quality, taste, style) and its geographic origin, which might influence these characteristics”. As it is very difficult to assess the joint effect of all the different geographic variables (soils, climate, microclimate, slope, etc) that make up a *terroir* (Van Leeuwen, Friant, Chone, Tregoat, Koundouras & Dubourdieu, 2004) the effects caused by those parameters on vine, grapes or wine have been

independently reported (Van Leeuwen and Seguin, 1994). According to Bramley and Hamilton (2007), vineyards are not homogeneous and different wine styles can emerge from different parts of the same vineyard even when similar agricultural management is implemented. Within-vineyard variability can be attributed to either climate variability (i.e. what van Leeuwen & Seguin, 2006 called meso climatic variability) or soil variations (i.e. what van Leeuwen & Seguin, 2006 called topo climatic variability). This is particularly the case of terroirs characterized by complex morphology as slopes and elevations. In this sense, different authors contemplate the study of vineyards variability from: a Precision Agriculture (PA) viewpoint (Bramley, 2001), from a grape berry quality perspective (Fourment, Ferrer, González-Neves, Barbeau, Bonnardot & Quenol, 2013) and considering the effects of topoclimatic variability on final wines (Bramley & Hamilton, 2007). The last is one of the few studies carried out, who demonstrated clear differences among sensory attributes of wines produced from areas of lower and higher grape yield and vine vigor within the same vineyards under uniform management.

In France, vineyard variability lead to the notion of *Crus* and an example of this is the AOC “Chablis *Premier Cru*”. Depending on the specific geographic origin of grapes and thus on “topoclimatic variability” wines coming from a given cru can be fruitier or conversely more mineral than wines coming from another cru (Cahier des Charges de l’Appellation Chablis, 2011). The present work focuses on Chablis Premier Cru AOC that has the peculiarity of being planted along both banks (right and left) of the Serein river (Figure 1).



Figure 1. Projection of the eight *climats* (4 from the left side and four from the right side).

According to Cannard (1999) the right bank side has vineyards with predominant southwest sun exposure that can facilitate the grape maturity and the wines tend to be fruitier. Otherwise, the left bank side tend to have southeast sun exposure, and thus less conducive to maturation.

From this perspective, the general goal of the present research was to evaluate the impact of vineyard topoclimatic variability, in particular the effect of the side of the river, on minerality intensity and to identify sensory and chemical drivers of wine minerality. More specifically, the following two questions were addressed: 1) which side of the river is able to produce more mineral wines? 2) Which are the sensory and chemical compounds associated with the mineral sensory descriptor?

2. Materials and Methods

2.1. Sensory and chemical characterization of wines

2.1.1. Wines

Eight wines were selected among the AOC Chablis Premier Cru: four originating from the left side of *Serein* (*Cote de Léchet, Montmains, Vaillons and Beuroy*) and four from the right side (*Montée de Tonnerre, Mont de Milieu, Fourchaume and Vaucoupin*). These wines belonged all to 2013 vintage, have been aged one year in bottle and were elaborated by the same wine producer. The list of samples, including sample information and basic compositional data is shown in Table 1.

Table 1. Sample information and basic compositional data the wines studied.

^aExpressed as g L⁻¹ of acetic acid.

Wines	River bank side	Alcohol % (v/v)	pH	Volatile acidity ^a (g L ⁻¹)	Titrateable acidity ^b (g L ⁻¹)	Reducing sugars (g L ⁻¹)	Lactic acid (g L ⁻¹)	Malic acid (g L ⁻¹)	Free SO ₂ (mg L ⁻¹)	Total SO ₂ (mg L ⁻¹)
Montmains	Left	13.8	3.3	0.31	6.4	2.0	1.4	0.6	21.6	96.4
Vaillons	Left	13.8	3.4	0.26	5.4	2.4	1.5	0.3	30.8	103.2
Beuroy	Left	13.8	3.4	0.27	6.0	2.0	1.4	0.4	29.2	132.8
Côte de Léchet	Left	13.9	3.3	0.28	6.0	2.2	1.6	0.2	19.6	103.2
Fourchaume	Right	13.8	3.4	0.29	6.2	1.8	1.6	0.3	23.2	88.0
Vaucoupin	Right	13.8	3.3	0.22	6.0	2.1	1.6	0.1	32.8	98.8
Mont de Milieu	Right	13.7	3.4	0.23	5.8	1.8	1.6	0.1	27.6	99.6
Montée de Tonnerre	Right	13.7	3.4	0.26	5.3	1.7	1.5	0.2	14.8	87.2

^bExpressed as g L⁻¹ of tartaric acid

2.1.2. Sensory analysis

2.1.2.1. Assessors

Thirty two wine professionals (69% men and 31% women, aged between 23 and 61 years old, average = 42 years) participated in this study. All of them were wine producers from the Chablis area.

2.1.2.2. *Experimental conditions*

Assessors were first asked to read and sign a consent form. Wines were presented at room temperature, in black ISO glasses identified only by random three-digit codes. The poured volume per sample was 25 mL. Samples were presented according to a Williams Latin Square arrangement. Evian water and unsalted crackers were available for palate rinsing. Participants were asked not to swallow the samples but to expectorate into wine spittoons. The sessions were performed in two different days and the average duration of each session was 40 min. In both the first and second sessions, participants were invited to evaluate the perceived minerality intensity of the samples. In the second session, participants were additionally asked to carry out a free description of the samples after having rated their minerality.

2.1.2.3. *Minerality rating*

During the first session, assessors were presented with the eight wines and asked to smell each sample from right to left and to score their minerality on a seven-point scale, from 1 (absent) to 7 (very intense) based on orthonasal olfaction alone. Then, they were asked to taste each wine and to score their minerality on the same seven-point scale based on global tasting. This minerality rating procedure was replicated in the second session, with the same wines presented with different codes.

2.1.2.4. *Free description task*

In the second session, after completion of the minerality rating task, eight new glasses of wine with the same samples but with different codes were served. Participants were asked to describe sample aroma by orthonasal olfaction alone first and then by global tasting (aroma and in-mouth properties).

2.1.3. Chemical analysis

2.1.3.1. Conventional enological parameter determination

Ethanol content, pH, reducing sugars, titratable (total) and volatile acidities were determined by Infrared Spectrometry with Fourier Transformation (IRFT) with a WineScanTM FT 120 (FOSS[®]), which was calibrated with wine samples analyzed in accordance with official OIV (International Organization of Vine and Wine) practices. Malic and lactic acids were determined by enzymatic methods using an enzymatic autoanalyzer (LISA 200 Wine Analyzer System). Total and free sulphur dioxide were determined by the aspiration/titration method (Rankine method) recommended by the OIV. All conventional analyzes were performed in duplicate.

2.1.3.2. Volatile composition analysis

Major compounds were isolated by liquid-liquid extraction and analyzed in a gas chromatograph with flame ionization detector (GC-FID) following the method described by Ortega, Lopez, Cacho and Ferreira (2001).

Minor and trace compounds were isolated through solid-phase extraction (SPE) and analyzed by gas chromatography coupled to a mass spectrometry detection system (GC-MS), as explained by Lopez, Aznar, Cacho and Ferreira (2002).

Quantitative analysis of polyfunctional mercaptans was carried out using the method proposed by Mateo-Vivaracho, Cacho and Ferreira (2008). Therefore, a first SPE derivatization with 2,3,4,5,6-pentafluorobenzylbromide (PFBBBr) was carried out and analyzed in a GC-MS system with negative chemical ionization (NCI).

Quantitative analysis of volatile sulphur compounds was performed as described by Lopez, Aznar, Cacho and Ferreira (2002). Therefore, a solid-phase microextraction (SPME)

was used to isolate these compounds and they were further analyzed by GC coupled with a pulsed flame photometric detection system (GC-PFPD).

2.1.3.3. Quantitative analysis of elements by ICP-OES

Microwave assisted digestion in a closed vessel was used to mineralize wine samples. Samples were further analyzed by inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES), as described by Gonzalez, Armenta, Pastor and de la Guardia (2008). Phosphorus (P) along with ten metals (Al, Cu, Mg, Si, Mn, Fe, Zn, Ca, Na and K) were quantified.

2.1.4. Data analysis

2.1.4.1. Minerality rating

Two-way ANOVAs with assessors as random factor and the river bank (left vs. right) as fixed factor were calculated on the scores of minerality under the two conditions separately: (i) orthonasal olfaction alone and (ii) global tasting.

2.1.4.2. Free description task

Descriptors that referred to the same semantic universe were combined to form categories through a triangulation categorization process. Three researchers participated in this step, each forming separately their categories. The categories of the three researchers were then compared and the final categories decided consensually.

Correspondence Analysis (CA) was performed on the contingency table containing the citation frequency of terms cited by more than one participant. The side of the river (left or right), where grapes yielding the studied wines were grown, and minerality scores were projected as nominal and quantitative illustrative variables, respectively, on the CA map.

2.1.4.3. Chemical data

For each result of conventional parameters, the average of the two replicates was computed. Quantitative data of volatile compounds of Table 2 were transformed into Odour Activity Values (OAV) by dividing them by their corresponding sensory thresholds (ST). In the case of concentrations under detection (DL) or quantification (QL) limits, OAV was calculated as DL/ST or QL/ST, respectively (San Juan, Cacho, Ferreria & Escudero, 2012). In order to rank compounds in accordance to their discriminatory power the quotients between the maximum and minimum OAV were calculated for each compound. In case of $OAV_{min} < 0.2$, OAV_{min} was arbitrarily assigned a value of 0.2 for avoiding quotients with no sense from a sensory point of view, especially when OAV_{min} was zero as suggested by San Juan et al. (2012).

Fourteen aroma vectors were built (supplementary material 1 – annex 5) by combining the OAV of odorants with similar chemical and sensory properties (Loscos, Hernandez-Orte, Cacho & Ferreira, 2007; Sáenz-Navajas et al, 2015). First the individual OAV of all compounds were calculated and then the OAV of the compounds belonging to each aroma vector were added to build the 14 aroma vectors. Acetaldehyde was not included in any vector and was individually considered given its particular sensory properties.

A one-way ANOVA was performed with the bank river side as fixed factor and aroma vectors and compounds as quantitative variables.

2.1.4.4. Link between sensory and chemical variables

Pearson correlation coefficients (r) between the averaged (across all assessors) minerality scores and the concentration of individual compounds were calculated for the eight wines.

Then Pearson correlation coefficient were calculated between minerality scores and chemical variables (including the 14 aroma vectors, the OAV of volatile compounds not included in the vectors OAVs of sulphur and mercaptans, phosphorus, the 10 metals and conventional enological variables).

In order to simplify the interpretation and presentation of results, a Principal Component Analysis (PCA) was calculated with chemical variables presenting Pearson correlation coefficients of at least 0.30 as active variables and both sensory descriptors and minerality scores as illustrative variables. The statistical analyses were carried out with XLSTAT software (Version 2014.2.02).

2.2. Evaluation of the sensory impact of MeSH in wine models

2.2.1. Preparation of wine models (WM)

A wine model was prepared by mixing a pool of common wine compounds (see supplementary material 2) as described elsewhere (Franco-Luesma, Sáenz-Navajas, Valentin, Ballester, Rodrigues & Ferreira, 2016) and at concentration ranges within the natural ranges of occurrence in Chardonnay wines (Herrero et al., 2016). This WM reproduce the aroma characteristics of a white wine. Detailed compositional data are provided in Table 3. The sensory role played by MeSH was studied by spiking at four levels of concentration (0, 0.8, 1.6 and 3.2 $\mu\text{g L}^{-1}$) the WM.

2.2.2. Sensory evaluation of WMs

A total of 16 staff members (51.8% men and 48.2% women from 19 to 67 years, median of 39.5 years) from the Laboratory for Analysis of Aroma and Enology (LAAE)

completed one session. They were wine experts with wide experience in aroma description of wine aroma.

Twenty-five-mL samples were presented at room temperature in black ISO glasses covered with plastic Petri dishes and identified only by random three-digit codes following a random arrangement, different for each judge. Participants were presented with four WMs containing different levels of MeSH (0, 0.8, 1.6 and 3.2 $\mu\text{g L}^{-1}$). They were asked to smell the four samples orthonasally from left to right and score the intensity of six attributes (smoky, gunflint, shellfish, chalky, white fruit and floral) on a nonstructured 10-cm-continuous-length scale anchored with the words “absence” and “high intensity” on the left and right ends, respectively, being ties allowed.

2.2.3. Data analysis

Two-way ANOVA (judges as random and wines as fixed factors) was calculated on the six descriptors evaluated. Student–Newmans–Keuls post hoc pairwise comparisons (95%) were carried out for significance effects.

3. Results and discussion

3.1 Minerality judgment

The ANOVA showed no effect of river bank on minerality scores in the global tasting condition. In contrast a significant effect was observed in the orthonasal olfaction condition, ($F = 7.338$; $P < 0.007$). Samples from the left bank were found more mineral (3.3 ± 0.1) than those from the right bank (3.0 ± 0.2)

The lack of significant difference in the global tasting condition is in apparent contradiction with other works that report a link between minerality and tastes such as

sourness or bitterness (Heymann et al., 2014; Ballester et al., 2013). Interestingly, Ballester et al. (2013) found that minerality scores evaluated in the presence of exclusively orthonasal aroma were not significantly correlated with scores evaluated under global conditions. These authors suggested that two types of minerality concepts could appear in the presence of different sensory stimuli, which could explain why participants found differences in minerality evaluated under orthonasal olfaction alone but not under global tasting.

The effect of river bank on olfactory minerality indicate that the position of vines in relation to the river may be one of the factors that contribute to the emergence of the olfactory component of minerality in Chablis wines. In line with this interpretation Bramley & Hamilton (2007) concluded that vineyards producing wines that are deemed characteristic of a region may in fact be capable of producing quite contrasting wines. Thus, topoclimatic variability, as is the case in the left and right side of the bank in Chablis, seems to have an influence on wine style, in our case, in mineral wines.

3.2. Sensory differences among wines from different sides of the river

The terms “floral” and “mineral” were the most cited by participants when characterizing the wines. Wines from the *climats* Vaucoupin and Montée de Tonnerre, both from the right side of the river, presented the highest citations for the floral term (28% and 20%, respectively), while Côte de Léchet and Beauroy, both from the left side, accounted for the highest citations (30% and 22%) for the mineral term. These results would firstly suggest that the term mineral is naturally used by winemakers in the Chablis region and secondarily that the mineral term would be especially opposite to floral wines.

The CA plot derived from the orthonasal aroma characterization is shown in Figure 2.

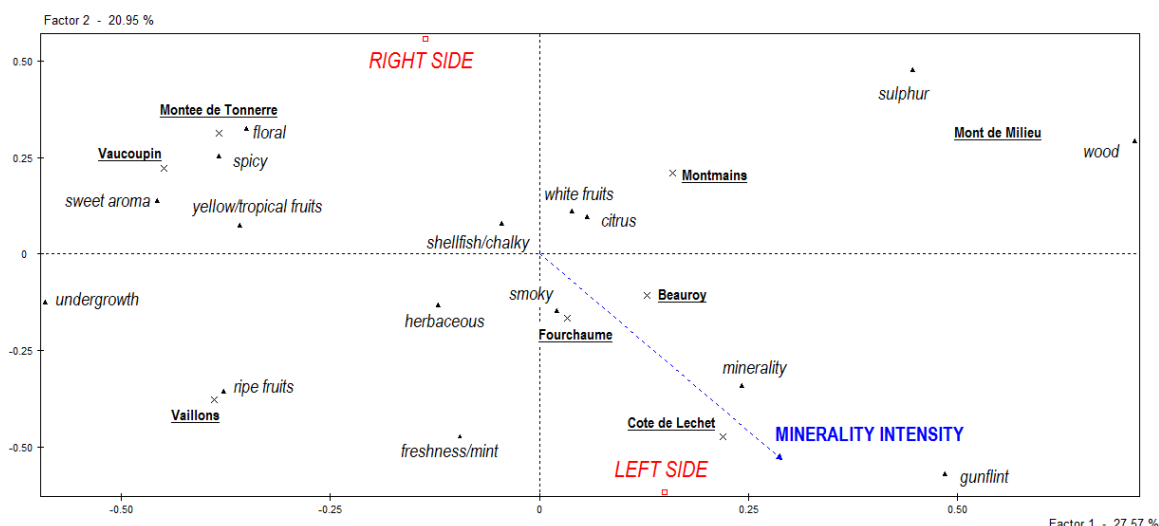


Figure 2. Projection of aroma descriptors and wines from different *climat* origin on the Correspondence Analysis (CA) space (dimensions 1 and 2). The arrow (quantitative illustrative variable) shows the projection of the minerality score given by assessors. Side of the river (right and left side) is projected as nominal illustrative variable.

The first CA dimension explains 27.57% of variance and shows proximity among white fruits, citrus, shellfish/chalky, smoky and herbaceous descriptors. On this dimension, gunflint and sulphur are in opposition to floral, spicy, sweet aroma, yellow/tropical fruits and undergrowth aroma descriptors. The second dimension explains 20.95% of variance. On this dimension, the supplementary variable “side of the river” shows a direct opposition between wines derived from grapes grown on the left (variable plotted on the bottom part of the plot) and right side (on the top part) of the river. This factor is negatively correlated with the mineral intensity score ($r = -0.53$) evaluated by the panel of expert assessors. Interestingly, the attributes gunflint and minerality are the main contributors to the second dimension and thus to minerality, which are in clear opposition to floral, spicy, yellow/tropical fruits and sweet aroma terms. These results are mainly in agreement with previous data observed by Heymann et al. (2014), Parr et al. (2015) and Ballester et al. (2013). It is interesting to remark that wines from the right side of the river (lower minerality scores) present the highest frequency of citations for all attributes employed by at least 15% of panelists (citrus, wood, floral, white

fruit, yellow/tropical fruits, and sulphur), except for the descriptor minerality, which was mostly employed for describing wines from the left side of the river (higher minerality scores). This result is in agreement with the results observed by Parr et al. (2015), which suggested that the absence of overall aroma could lead to enhanced judgment of minerality.

3.3. Relationship between chemical composition and minerality ratings

The study of volatile composition of the eight wines has provided quantitative data for 73 compounds belonging to several important families of wine aroma (Table 2).

Table 2. Odour thresholds, concentration ranges and average values of volatiles found in the set of the 8 wines (all expressed in micrograms per liter). Differentiation ability calculated as the quotient between maximum and minimum concentrations (Max/Min) and correlation coefficients (r) of linear regression between the concentration of each compound and minerality scores evaluated by experts. Compounds significantly correlated to minerality scores and present at concentrations above their sensory threshold are marked in bold.

Compounds	Odour threshold ^a	range	average	max/min	r
ACETATES					
2-methylpropyl acetate	1605 [1]	6.0-9.9	7.5	1.7	-0.52
butyl acetate	1800 [2]	2.3-6.0	3.4	2.6	-0.60
phenylethyl acetate	250 [3]	16.6-33.7	25.0	2.0	-0.46
ethyl acetate	12300 [4]	44267-74290	56507	1.7	0.80
isoamyl acetate	30 [3]	665-1696	1075	2.6	-0.76
hexyl acetate	1500 [2]	54.3-116	83.0	2.1	-0.75
ACIDS					
acetic acid	200000 [3]	223556-396360	316217	1.8	0.71
butyric acid	173 [5]	1031-1385	1236	1.3	0.21
2-methylpropanoic acid	2300 [6]	1396-2563	1802	1.8	-0.47
2-methylbutanoic acid	33 [5]	637-875	726	1.4	-0.19
hexanoic acid	420 [5]	5018-6038	5557	1.2	0.24
octanoic acid	500 [5]	12695-17491	14622	1.4	0.45
decanoic acid	1000 [5]	1719-3311	2401	1.9	-0.46
ALCOHOLS					
2-methyl-1-propanol	40000 [3]	13647-28676	20669	2.1	-0.02
1-butanol	150000 [2]	600-1358	881	2.3	-0.17
3-methyl-1-butanol	30000 [3]	133855-184227	16324	1.4	0.20
1-Hexanol	8000 [3]	1198-1543	1380	1.3	-0.17

Chapitre V: Approche sensorielle et moléculaire

Z-3-Hexenol	400 [3]	196-238	211	1.2	-0.02
methionol	1000 [5]	347-1289	553	3.7	-0.26
benzyl alcohol	200000 [7]	202-462	263	2.3	0.38
β -phenylethanol	14000 [5]	10917-20970	14808	1.9	-0.07
CARBONYLIC COMPOUNDS					
benzaldehyde	2000 [8]	12.1-23.5	18.0	1.9	-0.30
β-damascenone	0.05 [3]	2.8-3.8	3.2	1.4	-0.75
α -ionone	2.6 [2]	<0.01-0.17	0.09	16.8	-0.21
β -ionone	0.09 [5]	0.07-0.11	0.09	1.4	0.07
acetaldehyde	500 [3]	607-1123	891	1.8	-0.09
diacetyl	100 [3]	<0.0005			
acetoin	150000 [2]	2180-5958	3875	2.7	0.22
syringaldehyde	50000 [6]	<0.01-0.45	0.21	44.7	-0.07
Compounds	sensory threshold	range	average	Max/Min	r ^c
ETHYL/METHYL ESTERS					
ethyl butyrate	125 [9]	324-447	380	1.4	0.41
ethyl hexanoate	62 [9]	1291-1910	1565	1.5	-0.02
ethyl octanoate	580 [2]	1803-2558	2187	1.4	0.03
ethyl decanoate	200 [5]	207-271	241	1.3	0.05
ethyl lactate	154000 [2]	198466-246761	228376	1.2	0.39
diethyl succinate	200000 [2]	2192-5224	3056	2.4	-0.24
ethyl 2-methylpropanoate	15 [5]	71.7-233	148	3.2	0.39
ethyl 2-methylbutyrate	18 [5]	8.6-14.1	11.5	1.6	0.12
ethyl 3-methylbutyrate	3 [5]	16.2-30.6	23.7	1.9	0.12
ethyl propanoate	5500 [9]	<0.05-139	63.6	2.8	0.36
ethyl cinnamate	1.1 [5]	3.8-10.3	5.8	2.7	-0.84
ethyl dihydroxycinnamate	1.6 [5]	0.5-2.4	0.9	4.7	-0.86
methyl vanillate	3000 [10]	19.9-23.5	21.2	1.2	-0.66
ethyl vanillate	900 [10]	1.7-3.6	2.5	2.1	-0.61
VOLATILE PHENOLS					
Guaiacol	9.5 [5]	9.9-13.5	11.6	1.4	-0.06
o-cresol	31 [2]	0.62-1.18	0.86	1.9	-0.60
4-ethylguaiacol	33 [5]	0.11-0.41	0.24	3.9	-0.19
m-cresol	68.0 [11]	0.42-0.60	0.49	1.4	-0.48
Eugenol	6 [5]	2.3-5.5	3.8	2.4	-0.33
4-ethylphenol	35 [9]	0.26-0.47	0.34	1.8	-0.12
4-vinylguaiacol	40 [3]	34.1-51.7	42.6	1.5	-0.04
<i>E</i> -isoeugenol	6 [12]	<0.02	<0.02		
2,6-dimethoxyphenol	570 [10]	23.4-45.8	35.8	2.0	0.09
4-vinylphenol	180 [13]	61.7-128	81.0	2.1	-0.13
4-allyl-2,6-dimethoxyphenol	1200 [6]	5.5-9.4	7.2	1.7	-0.35
Vanillin	995 [12]	7.4-37.2	18.7	5.0	-0.41
acetovanillone	1000 [12]	23.9-33.3	28.2	1.4	-0.58
LACTONES					

<i>E</i> -whiskylactone	790 [2]	3.4-35.2	20.6	10.3	-0.24
<i>Z</i> -whiskylactone	67 [2]	2.6-48.4	27.7	18.6	-0.18
γ -nonalactone	25 [14]	3.8-8.0	5.6	2.1	-0.36
γ-decalactone	0.7 [14]	15.7-42.9	30.6	2.7	0.91
γ -butyrolactone	35000 [12]	6155-6878	6558	1.1	0.04
TERPENOLS					
Linalool	25 [5]	2.5-4.8	3.4	1.9	-0.78
α -terpineol	250 [5]	4.0-5.3	4.5	1.3	-0.40
β -citronellol	100 [2]	<0.15	<0.15		
Geraniol	20 [12]	<0.01	<0.01		
Compounds	sensory threshold	range	average	Max/Min	r
VOLATILE SULPHUR COMPOUNDS					
dimethyl sulphide (DMS)	25 [15]	5.09-16.3	10.54	3.20	0.19
hydrogen sulphide (H ₂ S)	1.1-1.6 [16]	0.64-2.01	1.18	3.12	-0.28
methanethiol (MeSH)	1.8- 3.1 [17]	1.39-3.45	2.37	2.49	0.76
ethanethiol (EtSH)	1.1 [15]	<0.00014	<0.00014		
POLYFUNCTIONAL MERCAPTANS					
2-methyl-3-furanthiol (MF)	0.004 [18]	0.05-0.09	0.06	1.77	-0.21
2-furfurylthiol (FT)	0.0004 [19]	0.002-0.008	0.0005	4.20	0.13
4-methyl-4-mercapto-2-pentanone (MP)	0.0008 [20]	0.002-0.006	0.004	2.62	0.44
3-mercaptohexyl acetate (MHA)	0.004 [20]	0.002-0.063	0.013		0.11
3-mercaptohexanol (MOH)	0.06 [20]	0.26-0.69	0.53	2.61	0.45
benzylmercaptane (BM)	0.0003 [21]	0.002-0.004	0.002	2.22	-0.38

^aOdour thresholds. Reference in which the odour threshold value has been calculated is given in brackets. [1] Ferreira et al. (2002), [2] Etievant et al. (1991), [3] Guth (1997), [4] Escudero et al. (2004), [5] Ferreira et al. (2000), [6] Gemert (2003), [7] Aznar et al. (2003), [8] Peinado et al. (2004), [9] San Juan et al. (2012), [10] Lopez et al. (2002), [11] Ferreira et al. (2009), [12] Escudero et al. (2007), [13] Boidron et al. (1988), [14] Gemert (2003), [15] Gonial and Noble (1987), [16] Sibert et al. (2009), [17] Solomon et al. (2010), [18] Tominaga et al. (2006), [19] Tominaga et al. (2000), [20] Tominaga et al. (1998), [21] Tominaga et al. (2003)

Pearson correlation show that ten compounds were significantly ($P < 0.05$) correlated with the minerality score. Among them, four were positively correlated (methanethiol, ethyl acetate, acetic acid and γ -decalactone) and six negatively (isoamyl acetate, hexyl acetate, β -damascenone, ethyl cinnamate, ethyl dihydroxycinnamate and linalool). Compounds present at concentrations lower than their sensory threshold are not expected to have an important sensory impact on the sensory properties of wines, which suggests that hexyl acetate (maximum concentration 13 times lower than its sensory threshold) and linalool (maximum concentration five times lower than its sensory threshold) would have a negligible effect on

perceived minerality. However, it cannot be ruled out that compounds at concentration levels below their sensory threshold would not contribute to the aroma formation of the studied wines, especially for compounds sharing chemical structure and aroma properties. Such groups of compounds are thought to act additively together and exert a cooperative effect to form an aroma descriptor (see for instance Loscos et al., 2007).

Table 3 shows solely the chemical variables (OAVs of the 14 aroma vectors and on the individual volatiles not included in the vectors, as well as the metals and the conventional parameters) that presented significant effects ($P < 0.05$) for the river bank in the ANOVAs.. Methanethiol was significantly higher in wines from the left side of the river ($3.0 \pm 0.5 \mu\text{g L}^{-1}$) than from the right ($1.8 \pm 0.6 \mu\text{g L}^{-1}$). The opposite was observed for norisoprenoid vector (left: $\text{OAV}_{\text{average}} 59.2 \pm 1.93$; right: $\text{OAV}_{\text{average}} 69.4 \pm 5.91$) and copper (left: average $0.19 \pm 0.03 \mu\text{g L}^{-1}$; right: average $0.29 \pm 0.06 \mu\text{g L}^{-1}$) levels, which were higher in wines from the right side. No significant effect of river bank was observed on conventional parameters. These results show an effect of the side of the river on the concentration of MeSH (higher on the left side), norisoprenoids (β -damascenone, β -ionone and α -ionone) and copper (higher in the right side).

Table 3. Average ($\pm$ standard deviation) and significance (P) of variables significantly different ($P < 0.05$) between wines of the left and right side of the river.

	Left side	Right side	P
Minerality score	3.3 ± 0.1	3.0 ± 0.2	0.016
MeSH vector (OAV) ^a	1.65 ± 0.30	1.00 ± 0.32	0.023
Norisoprenoid vector (OAV)	59.2 ± 1.93	69.4 ± 5.91	0.017
Copper (mg L^{-1})	0.19 ± 0.03	0.30 ± 0.06	0.027

^aExpressed as OAVs, which corresponds to average concentrations of $3.0 \pm 0.5 \mu\text{g L}^{-1}$ (left side) and $1.8 \pm 0.6 \mu\text{g L}^{-1}$ (right side).

3.4. Relationship between chemical composition, sensory description and minerality scores

In an attempt to further understand the link between chemical variables differing between the river banks (MeSH, norisoprenoids and copper) and sensory variables, a PCA

was calculated with chemical parameters as active variables and sensory (intensity score of minerality and descriptive terms) as illustrative variables (Figure 3).

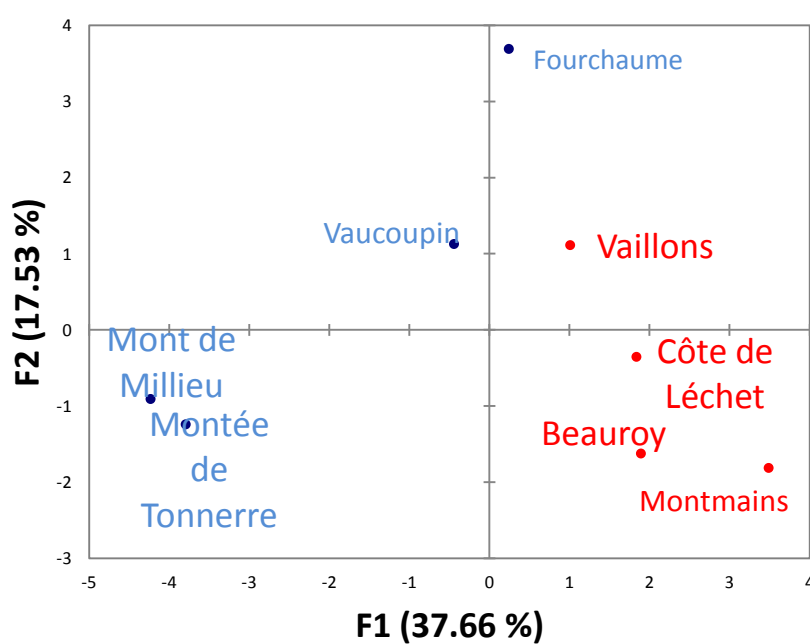
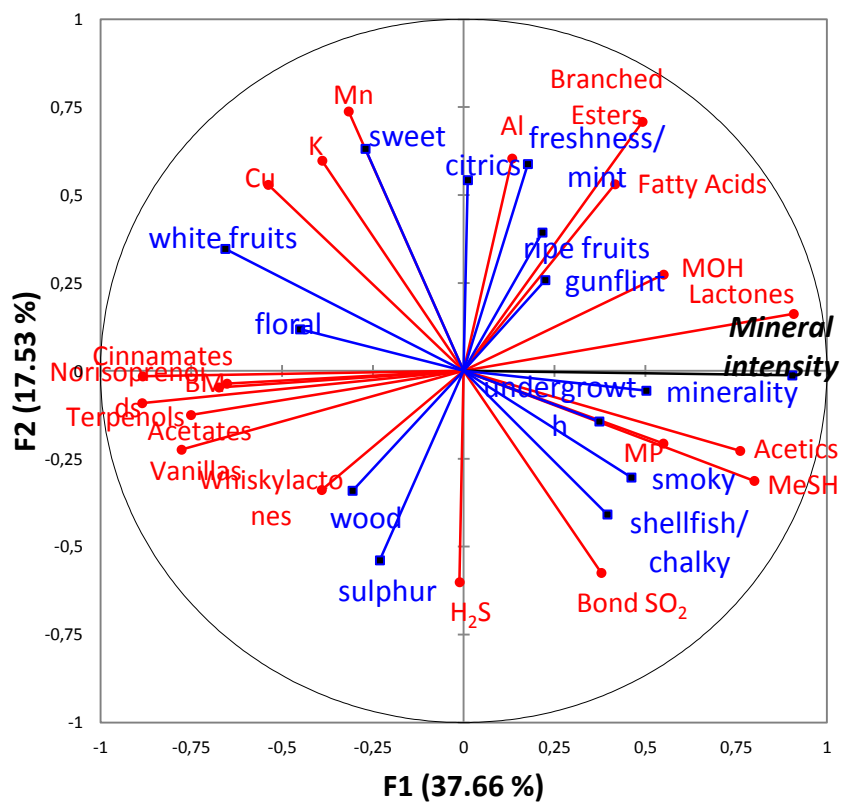


Figure 3. Projection of a) aroma vectors (active variables) and b) wines (wines from the right side are in blue and from the left in red) from different *climat* origin on the Principal Component Analysis (PCA) space (dimensions 1 and 2). The arrow (quantitative illustrative variable) shows the projection of the minerality score given by assessors. Sensory descriptors derived from descriptive analysis are projected as nominal illustrative variables.

At first sight the correlation observed between MeSH and the attributes smoky and shellfish/chalky may be surprising because this sulphur-containing compound has been described to be involved in the formation of cooked cabbage, camembert, or reductive aroma in white wines (Mestres, Busto & Guasch, 2000; Franco-Luesma et al., 2016). However, these works deal with concentrations even 15 times higher (i.e. $55 \mu\text{g L}^{-1}$ in Franco-Luesma et al., 2016 and $16 \mu\text{g L}^{-1}$ in Mestres, Busto & Guasch, 2000) than those found in the Chardonnays of the present study (range of $1.4\text{-}3.5 \mu\text{g L}^{-1}$). This together with the fact that this sulphur compound has been described to be an important contributor to the characteristic aroma of cooked shellfish (Josephson, 1991; Sekiwa, Kubota & Kobayashi, 1997; Baek & Cadwallader, 1997), it is suggested that MeSH could be involved in the formation of shellfish aroma of the studied wines. To confirm such hypothesis, an independent study was carried out by preparing white wine models similar to those of the study and spiked with four different levels of MeSH (level 0: $0 \mu\text{g L}^{-1}$, level 1: $0.8 \mu\text{g L}^{-1}$, level 2: $1.6 \mu\text{g L}^{-1}$, level 3: $3.2 \mu\text{g L}^{-1}$) covering the concentration range found in the studied wines. A panel of wine experts evaluated the intensity of the six attributes found to be mainly related to MeSH concentrations as shown in Figure 3 (positively: smoky, gunflint, shellfish and chalky; negatively: white fruits and floral). Results showed that wines spiked with $3.2 \mu\text{g L}^{-1}$ of MeSH were perceived significantly more intense in shellfish aroma ($P < 0.01$) and less intense in white fruits and floral descriptors ($P < 0.05$) than wines containing lower levels ($0\text{-}1.6 \mu\text{g L}^{-1}$) (see supplementary material 3). This result would support the idea that MeSH can exert a suppressor effect on positive aromas

such fruity or floral, which would induce an absence of overall positive aroma as suggested by Parr et al. (2015).

Further, it is interesting to comment the inverse correlation found between copper concentration and MeSH as well as minerality scores (Figure 3). Recently, Franco-Luesma and Ferreira (2014) reported the existence of strong interactions in wine matrix between Cu^{+2} and H_2S and MeSH, leading to the formation of odourless MeSH-Cu complexes. Thus, the higher copper concentration in wines, the less concentration of the free sensory-active form of MeSH. This would explain the fact that more mineral wines have higher concentrations of MeSH (as they present higher shellfish aroma) and less Cu concentration (Table 3). This would support an indirect relationship between copper levels and minerality scores.

Concerning the norisoprenoid vector, it is a vector formed by β -damascenone, which is usually described to elicit fruity or backed apple aromas, and α - and β -ionones, presenting a violet-like aroma. The sensory role of this vector in wines has been widely demonstrated and it has been described to be an important contributor to floral, fresh or dried fruity aroma of wines depending on its concentration (San Juan, Ferreira, Cacho, & Escudero, 2011; López, Ezpeleta, Sánchez, Cacho, & Ferreira, 2004). This would support the fact that this vector is positively correlated especially with the descriptor white fruits as well as to floral, and negatively linked to minerality scores (Table 3 and Figure 3).

Conclusions

This article measures the effect of different sides of the *Serein* river on the intensity and the sensory and chemical drivers of wine minerality aroma. Results showed that wines belonging to the left side of the bank were scored higher in minerality than wines from the right side. Methanethiol, which is involved in the shellfish aroma and exerts a masking effect on floral and fruity nuances, is present at higher concentrations in wines from the left (more

mineral) than from the right side of the river. Contrary, norisoprenoids, responsible for white fruit and floral aromas, and copper levels, linked to lower levels to free MeSH, are at higher concentrations in wine from the right (less mineral) than from the left side.

Acknowledgements

This work was funded by Burgundy Regional Conseil, *Bureau Interprofessionnel des Vins de Bourgogne*, France and *Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)*, programa “*Ciência sem Fronteiras*”, Brazil. M.P.S.N. and E.F.L. acknowledges the Spanish Ministry of Economy and Competitiveness (MINECO) for her postdoctoral (Formación Posdoctoral 2013) and predoctoral fellowship, respectively. The authors want to warmly thank wine professionals from Chablis who participated in this study.

References

- Aznar, M., López, R., Cacho, J., & Ferreira, V. (2003). Prediction of aged red wine aroma properties from aroma chemical composition. Partial least squares regression models. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(9), 2700-2707.
- Baek, H. H.; Cadwallader, K. R. In *Flavor and Lipid Chemistry of Seafoods*; Shahidi, F., Cadwallader, R., Eds.; ACS Symposium Series 674; American Chemical Society: Washington, DC, 1997; pp 85–94.
- Ballester, J., Mihnea, M., Peyron, D., & Valentin, D. (2013). Exploring minerality of Burgundy Chardonnay wines: A sensory approach with wine experts and trained panelists. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 19, 140–152.
- Baroň, M., & Fiala, J. (2012). Chasing after minerality, relationship to yeast nutritional stress and succinic acid production. *Czech Journal of Food Sciences*, 30, 188-193.
- Boidron, J. N., Chatonnet, P., & Pons, M. (1988). Influence of wood on some aromatic substances in wines. *Connaissance de la vigne et du vin*, 22, 275-294.
- Bramley, R. G. V. *Progress in the development of precision viticulture-Variation in yield, quality and soil properties in contrasting Australian vineyards*. No. 14. Occasional report, 2001.

Bramley, R. G. V., & Hamilton, R. P. (2007). Terroir and precision viticulture: Are they compatible? *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 41, 1.

Cannard, H. (1999). *Les vignobles de Chablis et de l'Yonne: réédition, après actualisation, de Balades en Bourgogne, guide consacré aux vignobles de Chablis et de l'Auxerrois*. Cannard.

Cahier des charges de l'Appellation d'Origine Contrôlée « Chablis Premier Cru ». 2012. Journal Officiel de la République Française. 11.04.2012.

Deneulin, P., & Bavaud, F. (2016). Analyses of open-ended questions by renormalized associativities and textual networks: A study of perception of minerality in wine. *Food Quality and Preference*, 47, 34-44.

Escudero, A., Campo, E., Fariña, L., Cacho, J., & Ferreira, V. (2007). Analytical characterization of the aroma of five premium red wines. Insights into the role of odor families and the concept of fruitiness of wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 7490-7498.

Escudero, A., Gogorza, B., Melus, M. A., Ortin, N., Cacho, J., & Ferreira, V. (2004). Characterization of the aroma of a wine from Maccabeo. Key role played by compounds with low odor activity values. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 3516-3524.

Etievant, P. X. (1991). *Volatile compounds of food and beverages* (1st ed.). New York: Marcel Dekker.

Ferreira, V., San Juan, F., Escudero, A., Cullere, L., Fernandez-Zurbano, P., Sáenz-Navajas, M. P., & Cacho, J. (2009). Modeling quality of premium Spanish red wines from gas chromatography-olfactometry data. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57, 7490-7498.

Ferreira, V., Ortin, N., Escudero, A., Lopez, R., & Cacho, J. (2002). Chemical characterization of the aroma of Grenache rose wines: aroma extract dilution analysis, quantitative determination, and sensory reconstitution studies. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 4048-4054.

Ferreira, V., Lopez, R., & Cacho, J. F. (2000). Quantitative determination of the odorants of young red wines from different grape varieties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80, 1659-1667.

Ferreira, V., Sáenz-Navajas, M. P., Campo, E., Herrero, P., de la Fuente, A., & Fernández-Zurbano, P. (2016). Sensory interactions between six common aroma vectors explain four main red wine aroma nuances. *Food Chemistry*, 199, 447-456.

Fourment, M., Ferrer, M., González-Neves, G., Barbeau, G., Bonnardot, V., & Quérol, H. (2013). Spatial variability of temperature and grape berry composition at terroir scale in Uruguay. *Ciência y Técnica Vitícola*, 329-334.

Franco-Luesma, E., Sáenz-Navajas, M. P., Valentin, D., Ballester, J., Rodrigues, H., & Ferreira, V. Study of the effect of H₂S, MeSH and DMS on the sensory profile of wine model solutions by Rate-All-That-Apply (RATA). *Food Research International*, 87, 152-160.

Franco-Luesma, E., & Ferreira, V. (2014). Quantitative analysis of free and bonded forms of volatile sulfur compounds in wine. Basic methodologies and evidences showing the existence of reversible cation-complexed forms. *Journal of Chromatography A*, 1359, 8-15.

Gemert, V. (2003). Compilation of odor thresholds; Zeist, The Netherlands: Boelens aroma chemical Information services.

Gonial, O. J., & Noble, A. C. (1987). Sensory study of selected volatile sulfur compounds in white wine. *American Journal of Enology and Viticulture*, 38, 223-227.

Guth, H. (1997). Quantitation and sensory studies of character impact odorants of different white wine varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45, 3027-3032.

Gonzalvez, A., Armenta, S., Pastor, A., & de la Guardia, M. Searching the most appropriate sample pretreatment for the elemental analysis of wines by inductively coupled plasma-based techniques. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2008, 56, 4943–4954.

Herrero, P., Sáenz-Navajas, P., Culleré, L., Ferreira, V., Chatin, A., Chaperon, V., Litoux-Desrues, F. & Escudero, A. (2016). Chemosensory characterization of Chardonnay and Pinot Noir base wines of Champagne. Two very different varieties for a common product. *Food chemistry*, 207, 239-250.

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

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

Liu, J., Toldam-Andersen, T. B., Petersen, M. A., Zhang, S., Arneborg, N., & Bredie, W. L. (2015). Instrumental and sensory characterisation of Solaris white wines in Denmark. *Food chemistry*, 166, 133-142.

Lopez, R., Aznar, M., Cacho, J., & Ferreira, V. (2002). Determination of minor and trace volatile compounds in wine by solid-phase extraction and gas chromatography with mass spectrometric detection. *Journal of Chromatography A*, 966, 167-177.

López, R., Ezpeleta, E., Sánchez, I., Cacho, J., & Ferreira, V. (2004). Analysis of the aroma intensities of volatile compounds released from mild acid hydrolysates of odourless

precursors extracted from Tempranillo and Grenache grapes using gas chromatography-olfactometry. *Food Chemistry*, 88(1), 95-103.

Loscos, N., Hernandez-Orte, P., Cacho, J., & 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, 169–181.

Mateo-Vivaracho, L., Cacho, J., & Ferreira, V. (2008). Improved solid-phase extraction procedure for the isolation and in-sorbent pentafluorobenzyl alkylation of polyfunctional mercaptans: Optimized procedure and analytical applications. *Journal of Chromatography A*, 1185, 9-18.

Mestres, M., Busto, O., & Guasch, J. (2000). Analysis of organic sulfur compounds in wine aroma. *Journal of chromatography A*, 881, 569-581.

Noble, A. C., Arnold, R. A., Masuda, B. M., Pecore, S. D., Schmidt, J. O., & Stern, P. M. (1984). Progress towards a standardized system of wine aroma terminology. *American Journal of Enology and Viticulture*, 35, 107-109.

Ortega, C., López, R., Cacho, J., & Ferreira, V. (2001). Fast analysis of important wine volatile compounds: Development and validation of a new method based on gas chromatographic–flame ionisation detection analysis of dichloromethane microextracts. *Journal of Chromatography A*, 923, 205-214.

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

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

Peinado, R. A., Moreno, J., Bueno, J. E., Moreno, J. A., & Mauricio, J. C. (2004). Comparative study of aromatic compounds in two young white wines subjected to pre-fermentative cry maceration. *Food Chemistry*, 84, 585-590.

Rodrigues, H., Ballester, J., Sáenz-Navajas, M. P., & 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.

Sáenz-Navajas, M. P., Avizcuri, J. M., Ballester, J., Fernández-Zurbano, P., Ferreira, V., Peyron, D., & Valentin, D. (2015). Sensory-active compounds influencing wine experts' and

consumers' perception of red wine intrinsic quality. *LWT-Food Science and Technology*, 60, 400-411.

San Juan, F., Cacho, J., Ferreira, V., & Escudero, A. (2012). Aroma chemical composition of red wines from different price categories and its relationship to quality. *Journal of agricultural and food chemistry*, 60, 5045-5056.

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

Sekiwa, Y., Kubota, K., & Kobayashi, A. (1997). Characteristic flavor components in the brew of cooked clam (*Meretrix lusoria*) and the effect of storage on flavor formation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45, 826-830.

Siebert, T. E., Bramley, B., & Solomon, M. R. (2009). Hydrogen sulfide: aroma detection threshold study in red and white wine. *AWRI Technical Review*, 183, 14-16.

Solomon, M. R., Genué, J., Osidacz, P., & Siebert, T. E. (2010). Aroma detection threshold study of methanethiol in white wine and red wine. *AWRI Technical Review*, 186, 8-10.

Tominaga, T., Blanchard, L., Darriet, P., & Dubourdieu, D. (2000). A powerful aromatic volatile thiol, 2-furanmethanethiol, exhibiting roast coffee aroma in wines made from several *Vitis vinifera* grape varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(5), 1799-1802.

Tominaga, T., des Gachons, C. P., & Dubourdieu, D. (1998). A new type of flavor precursors in *Vitis vinifera* L cv Sauvignon blanc: S-cysteine conjugates. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46, 5215-5219.

Tominaga, T., & Dubourdieu, D. (2006). A novel method for quantification of 2-methyl-3-furanthiol and 2-furanmethanethiol in wines made from *Vitis vinifera* grape varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 29-33.

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

Van Leeuwen, C., & Seguin, G. (2006). The concept of terroir in viticulture. *Journal of Wine Research*, 17(1), 1-10.

Van Leeuwen, C., Friant, P., Chone, X., Tregoat, O., Koundouras, S., & Dubourdieu, D. (2004). Influence of climate, soil, and cultivar on terroir. *American Journal of Enology and Viticulture*, 55(3), 207-217.

Van Leeuwen, C., & Seguin, G. (1994). Incidences de l'alimentation en eau de la vigne, appréciée par l'état hydrique du feuillage, sur le développement de l'appareil végétatif et la

Chapitre V: Approche sensorielle et moléculaire

maturation du raisin (*Vitis vinifera* variété Cabernet franc, Saint-Emilion, 1990). *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 28, 81-110.

C. Conclusion

Le cinquième chapitre de cette thèse a mesuré l'effet des conditions topoclimatiques (vins issus des vignobles localisés dans le côté gauche et droite du Serein) sur les caractéristiques sensorielles (intensité de la minéralité au nez et intensité de descripteurs olfactifs) et chimiques de vins de Chablis. Les résultats ont montré que les vins provenant de la rive gauche du Serein sont marqués par une minéralité plus élevée que les vins de la rive droite. Le méthaneethiol, un thiol responsable de certains arômes de réduction, impliqué dans l'arôme de fruits de mer/coquillage et exerçant un effet de masquage sur les nuances aromatiques florales et fruitées, est présent à des concentrations plus élevées dans les vins issus des vignobles du côté gauche (plus minéral) que du côté droit de la rivière.

Au contraire, les norisoprenoïdes, responsables des notes de fruits blancs et des arômes floraux ainsi que le cuivre (qui a la propriété de complexer le méthaneethiol), sont à des concentrations plus élevées dans les vins du côté droit (moins minérale) que ceux du côté gauche du Serein.

Discussion générale

Discussion générale

L'objectif général de cette thèse était d'observer comment le descripteur sensoriel « minéralité des vins » était perçu par les différents acteurs du secteur vitivinicole et de connaître sa signification et son origine. Pour cela, nos travaux se sont focalisés sur les vins de la région de Chablis, les producteurs Chablisiens et les consommateurs de ces vins. Une revue de la littérature et quatre études expérimentales ont été présentées au long de cette thèse. Ces études ont cherché à conceptualiser la minéralité en révélant les **représentations** de ce descripteur (chapitres 1, 2), les **croyances** des producteurs Chablisiens (chapitre 3) et des marqueurs d'**origine** sensorielles et chimiques (chapitres 4 et 5). A cet effet des approches issues de champs de connaissances très diversifiés se sont montrés complémentaires dans la compréhension de ce descripteur sensoriel mal défini.

La discussion de cette thèse sera organisée de la manière suivante : dans un premier temps nous ferons un résumé des résultats obtenus avec les différentes démarches utilisées ; puis dans un second temps nous essayerons d'expliquer comment la minéralité est conceptualisée par les différents acteurs de la filière vin.

1. Les démarches utilisées

Le chapitre 1, consacré à la revue de la littérature, a révélé l'importance des concepts sensoriels mal définis à partir de l'étude des notions de descripteurs uni- et multi-dimensionnels et leur utilisation massive dans la presse et les dégustations. Il a également mis en évidence différentes approches qui ont été utilisées par la communauté scientifique afin d'étudier et décrypter les descripteurs sensoriels classés comme mal définis. Enfin, cette revue nous a permis de choisir quelles stratégies utiliser pour comprendre la minéralité des vins.

Le chapitre 2, à travers une théorie issue de la psychologie sociale, a montré que la pensée de deux groupes sociaux différents - producteurs de vins Chablisiens et consommateurs - est ancrée dans l'idée de la liaison entre la minéralité et le

terroir. Les résultats montrent également, que le noyau central de la représentation des producteurs contient aussi des dimensions sensorielles, tandis que pour les consommateurs, le noyau possède le terroir comme élément exclusif. Cette étude nous a permis finalement, de vérifier que pour un certain nombre de producteurs et de consommateurs la minéralité renvoie à une notion de qualité.

Le chapitre 3 a utilisé une démarche méthodique appelée « typologie » consistant à définir ou étudier un ensemble de types afin de faciliter l'analyse, la classification et l'étude de réalités complexes. Quatre types de production de vins ont été révélés à partir des pratiques de viticulture et d'œnologie de producteurs Chablisiens. A partir des enquêtes de minéralité nous avons étudié les croyances des producteurs. Les résultats suggèrent que certains producteurs, quelle que soit leur classe, ont une représentation de la minéralité qui dépendra davantage de la façon dont ils font leur vin que l'inverse.

Le chapitre 4, à travers une démarche sensorielle, avait pour but de comprendre comment la minéralité évoluait avec le vieillissement du vin. Un manque de consensus dans la conception de la minéralité des juges experts a été mis en évidence, révélant deux groupes d'experts ayant une conception très différente de la minéralité. Pour le premier groupe la minéralité est associée aux descripteurs acidité, vivacité et fraîcheur et opposée à miel/cire (marqueurs d'oxydation). Pour le deuxième groupe la minéralité a été associée aux descripteurs craie et calcaire et opposée aux descripteurs de réduction (souffre/réduit/œuf pourri).

Pour finir, le chapitre 5 a révélé une piste pour l'origine de la minéralité des vins et sa liaison avec le terroir. Ce chapitre a été focalisé sur l'association entre méthodes chimiques et analyse sensorielle. Les résultats ont montré que la minéralité des vins de Chablis est liée aux conditions topoclimatiques du vignoble : elle a été significativement plus présente dans les vins issus des vignes de la rive gauche du Serein. Ils ont également montré que pour les vins de cette rive la minéralité est associée aux arômes de coquillage et opposée aux arômes floraux et fruités. Les analyses chimiques ont montré que les vins classés par les experts comme

« minéraux » avaient des concentrations plus importantes de méthanthiol (qui est impliqué dans l'arôme de coquillage) que les vins classés comme moins minéraux. Les vins classés comme moins minéraux avaient des concentrations de norisoprenoïdes et cinnamates (responsables pour les arômes floraux et fruités) plus importantes.

2. Comment la Minéralité des vins est-elle devenue un concept sensoriel et pourquoi ce concept est-il mal défini ?

Au regard des différentes recherches que nous venons de rapporter, il semblerait que, pour appréhender le concept de minéralité, la compréhension de trois facteurs clefs qui interagissent est nécessaire : le **producteur**, les **vins**, et la **communication** entre les acteurs de la filière (producteurs, critiques de vins et les consommateurs de vin) (Figure 9). Nous allons dans cette seconde partie de la discussion déterminer les apports de nos méthodes et résultats pour essayer de comprendre ces trois facteurs et leurs impacts dans la formation du concept sensoriel de la minéralité des vins.

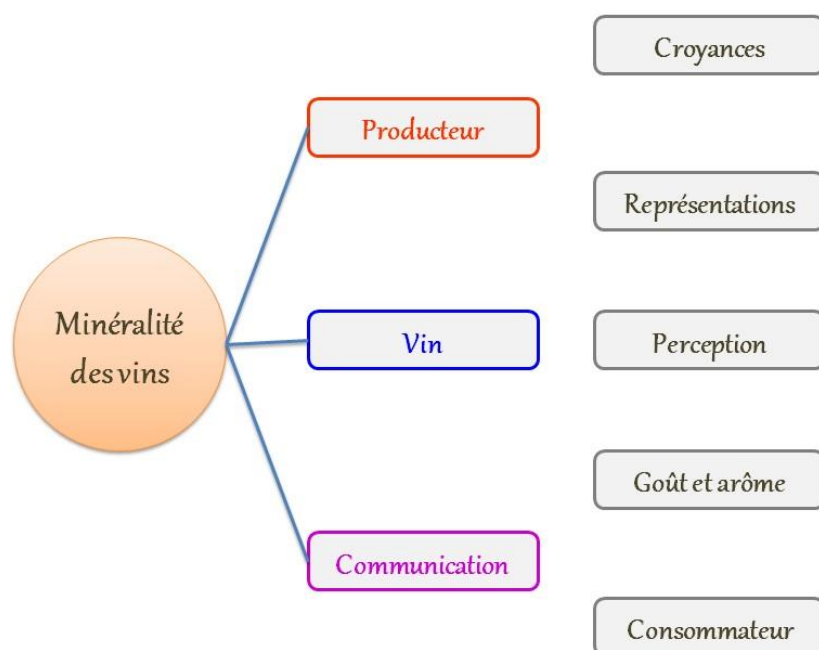


Figure 9 - Points clefs à prendre en compte pour comprendre la conceptualisation de la minéralité

2.1 Le producteur de vin

Les croyances renforcent la pensée et forment les comportements observables d'une personne. Les résultats de l'étude sur la représentation sociale de la minéralité ont mis en évidence un seul élément partagé au cœur de cette représentation : le « terroir ». Pour les producteurs, cet élément est associé au terme « Chablis » qui est plus central même que le terme « terroir ». Cela montre la grande importance du Chablis pour le descripteur minéralité ou vice-versa : les producteurs Chablisiens perçoivent les vins de Chablis comme étant des vins minéraux. Ces croyances sont décrites par des *verbatim* extraits des interviews sur la minéralité décrite dans le chapitre 3. Par exemple, quand nous leur avons demandé ce qu'ils pensent de l'utilisation massive du mot minéralité dans les descriptions des vins, nous avons eu des réponses comme: « *En ce qui concerne Chablis je trouve qu'elle est tout à fait adaptée puisque c'est la base de notre appellation* » (Répondant 2). Ou encore, « *C'est un mot un peu galvaudé, c'est-à-dire, que, on goûte un vin blanc, que ce soit dans la vallée du Rhône ou n'importe où ailleurs ou même à l'autre bout du monde le vin est minéral quoi... et pour moi ce n'est pas ça, car la minéralité est quand même beaucoup liée au terroir, et la minéralité pour moi on va le trouver uniquement à Chablis ou dans le Bourgogne...* » (Répondant 29).

Cette croyance dans le pouvoir « minéral » de leurs vins pourrait impacter leurs attitudes et, si l'on se réfère à la théorie de l'action raisonnée (Fishbein et Ajzen, 1975), par là même leurs comportements de productions de vin. Selon cette théorie le comportement d'une personne serait déterminé par son intention d'adopter ce comportement. Intention qui serait quant à elle déterminée par l'attitude de la personne et par ses normes subjectives relatives au comportement en question (figure 10)

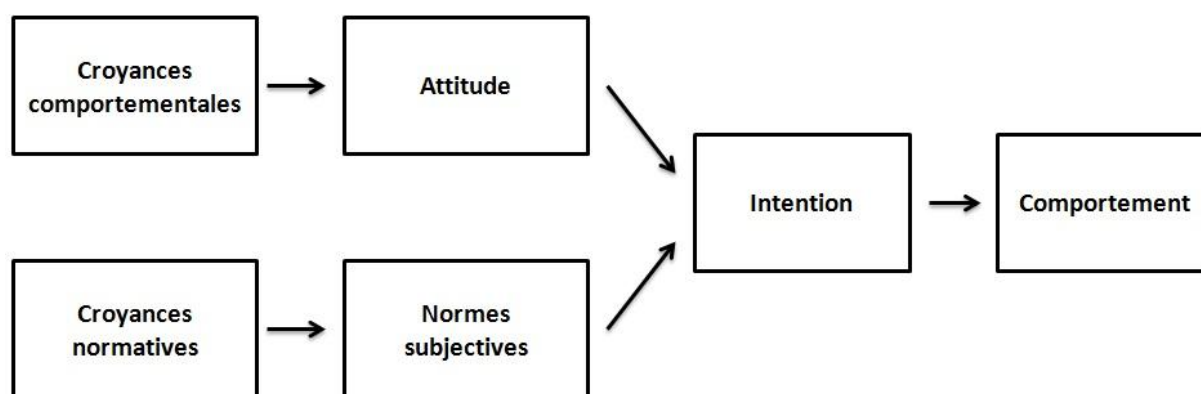


Figure 10 – Théorie de l'action raisonnée de Fishbein & Ajzen (1975)

Dans ce contexte nous pouvons nous demander si l'attitude des producteurs face à la minéralité des vins de Chablis impactait leurs pratiques viticoles et ou œnologiques. Plus précisément nous pouvons nous demander si l'association entre vin de Chablis et minéralité les amenait à développer des pratiques viticultrales et œnologiques pouvant renforcer cette minéralité.

Pour illustrer ce propos, prenons un exemple concret : la fraîcheur. Dans les résultats de l'étude des représentations sociales, le descripteur sensoriel « fraîcheur » est l'élément sensoriel le plus central du noyau des producteurs, avec un indice de centralité (INCEV) de 0.23. Cet élément est donc l'un des responsables de la signification de la minéralité pour ce groupe social (Abric, 2003). Cette représentation est en accord avec les résultats de Heymann, Hopfer & Bershaw (2014) et Parr et al (2015) qui ont montré une association entre la perception sensorielle de la minéralité et la fraîcheur. Dans cette même direction, les verbalisations collectées lors de l'interview sur les pratiques œnologiques (cf. chapitre 3), les producteurs ont beaucoup associé la fraîcheur à la minéralité et ont avancé des pistes sur les pratiques permettant de faciliter l'expression de la fraîcheur dans les vins. Par exemple, le fait de ne pas passer le vin par fût pendant la vinification et l'élevage, mais d'opter pour la cuve inox : « *On le mets pas du tout dans le bois pour conserver cette trame un peu fraîche* » (Répondant 8) ; « *toute en 100% cuve inox car on veut garder la minéralité du Chablis* » (Répondant 7). Il s'agit ici de croyances comportementales, montrant que leurs choix comportementaux sont des choix pensés, raisonnés et agis (Fishbein et Ajzen, 1975).

Si nous appliquons le modèle prédictif de l'action raisonné au cas de la fraîcheur, l'intention est ici de **faire des vins minéraux** et cette intention est le produit de deux déterminants conceptuels : l'attitude du producteur (**ne pas utiliser le bois dans la vinification et élevage des vins**) envers le comportement à effectuer (**produire des vins minéraux**) et les normes subjectives (**vin minéral est un vin qualitatif**) envers ce comportement. Cette attitude dépend des croyances comportementales du producteur (**la fraîcheur est associée à la minéralité**) qui constituent une forme d'évaluation anticipée. Toutefois l'intention dépend aussi des normes subjectives (**vin minéral est un vin qualitatif**) étroitement liées aux croyances normatives (**l'existence de la minéralité comme un descripteur sensoriel**) renvoyant respectivement à des normes comportementales individuelles ou collectives. C'est par ce biais que le modèle rend compte de la pression sociale qui s'exerce sur l'individu, dans notre cas, le producteur de vins (Fishbein et Ajzen, 1975). Cet exemple est illustré dans la figure 11.

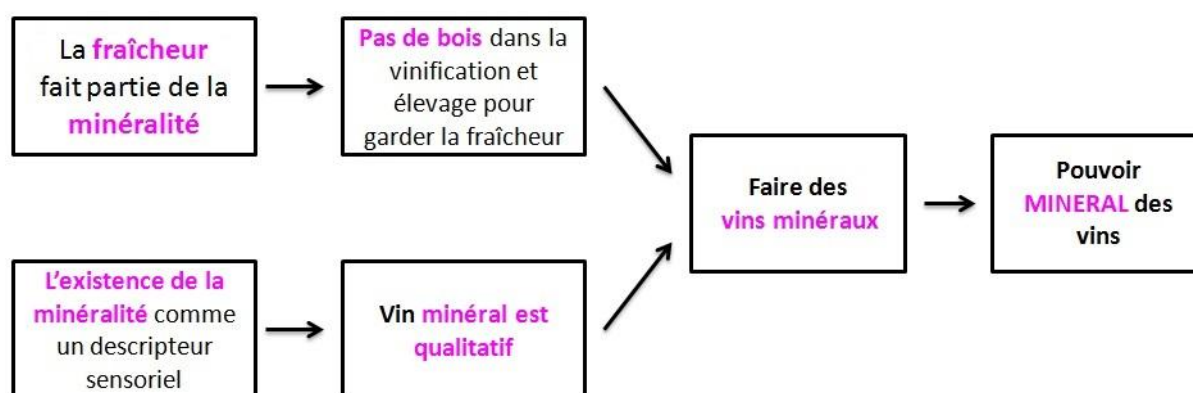


Figure 11 – Modèle de production des vins minéraux à partir de la théorie de l'action raisonnée de Fishbein et Ajzen (1975).

Toutefois, la validité de ce modèle nécessite d'être directement testé par le biais de questionnaires. En effet l'attitude se définit comme une évaluation favorable ou défavorable du producteur par rapport au fait d'adopter un comportement et de l'effectuer. Dans notre cas, l'attitude et l'intention n'étaient pas objectivement mesurées mais inférées à partir d'interviews. En outre, un questionnaire spécifiquement développé pour mesurer les intentions et attitudes des

producteurs vis-à-vis de la minéralité permettrait de mettre en lumière la présence d'une intention des producteurs d'adopter ou non un comportement, et, *in fine*, d'en révéler le véritable « déterminant immédiat » selon Ajzen & Fishbein (1980). Si l'attitude (changer ou ne pas changer leurs pratiques vitivinicoles) et les normes subjectives (faire des vins typiques du Chablis) sont favorables à la réalisation du comportement, dans ce cas l'intention de le réaliser sera forte et celui-ci sera très probablement mis en œuvre. Au contraire, si attitude et normes subjectives divergent, l'individu tachera de résoudre ce conflit, ce qui aura pour conséquence de diminuer la valeur prédictive de la mesure des attitudes, et donc, diminuera la probabilité d'observer le dit comportement. En support de cette dernière hypothèse nous avons noté lors des interviews présentées dans le chapitre 3 que seulement une partie des producteurs associait spontanément leurs pratiques vitivinicoles à la volonté délibérée de faire des vins minéraux.

2.2 Le vin

Le deuxième facteur impliqué dans la compréhension de la minéralité est le vin en lui-même. Dans la revue de la littérature, il a été possible d'observer que le « vin » a été un des objets le plus étudiés lors de premières tentatives de décryptage de la minéralité. Des chercheurs ont essayé de comprendre à quoi correspondait sensoriellement la minéralité (Ballester et al., 2013 ; Heymann, Hopfer et Bershaw, 2014 ; Parr et al., 2015).

Selon Thorngate (1997) le vin est une boisson alcoolisée comprenant une large gamme de composants volatils et non volatils qui interagissent pour former ses caractéristiques sensorielles. Plus spécifiquement, Selon Romano, Fiori, Paraggio, Caruso et Capece (2003) c' est un produit naturel obtenu à partir d'un certain nombre de réactions biochimiques, qui commencent dans la maturation des raisins et continuent pendant la récolte, tout au long de la fermentation alcoolique, la clarification et après la mise en bouteilles. Ces réactions sont en grande partie responsables pour la production d'arômes et de saveurs. Dans cette aquarelle de saveurs, arômes, sensations tactiles nous trouvons la minéralité.

Dans les chapitres 1, 2, 3 et 4 il a été possible d'observer que la minéralité est associée à une gamme de sensations aromatiques, gustatives et/ou tactiles (pierre, salinité, acidité, fraîcheur, pierre-a-fusil, fumé). Dans le chapitre 5, nous avons vu que les experts, lors d'une séance d'analyse sensorielle, ont associé positivement la minéralité et les arômes de coquillage et, par la suite ces arômes ont été associés avec la présence de methanethiol. Au contraire, la minéralité était opposée aux arômes floraux, fruités et à ses responsables chimiques comme les cinnamates et les norisoprenoïdes.. Cette opposition entre minéralité et arômes fruités est en accord avec les résultats de Parr et al (2016). Si nous revenons sur les croyances évoquées lors de l'étude développée dans le chapitre 3, une forte association entre coquillage et minéralité est retrouvée : *« C'est ce côté iodé quand ça rappelle un peu la coquille d'huitre ou ce côté salin, l'embrun de mer quand il vient sur la plage et qu'on sent »* (Répondant 22) ; au contraire une opposition entre la minéralité et les fruits est aussi toujours évoqué : *« le vin de la rive gauche c'est très minéral, mais c'est minéral sur l'austérité, et ça manque de fruit »* (Répondant 15).

En comparant la position des climats sur les deux rives du serein (rivière qui traverse le vignoble de Chablis), on observe que la minéralité est plus présente dans les climats positionnés sur la rive gauche, tandis que les fruits et fleurs sont plus présents dans les climats positionnés sur la rive droite. Cette différence dans l'expression de la minéralité entre rive gauche et rive droite a été expliquée lors des verbalisations des producteurs dans le chapitre 3 : *« au niveau exposition, la rive gauche est un petit peu moins, on va dire entre guillemets un peu moins exposé que la rive droite. Et que ce côté, ce côté un petit peu manque, manque d'heures d'ensoleillement arrive, peut-être à libérer l'expression minérale »* (Répondant 18). Ces réflexions sont en accord avec Cannard (1999). Une allusion aux différences topoclimatiques est faite et pourrait expliquer la sur-maturation du cote droit et la non finalisation de l'inversion acidité/sucre de la maturation du cote gauche.

Si le producteur a compris la minéralité comme étant marquée par les arômes de coquillage et fruits de mer, il l'a également compris comme l'absence de fruits et de fleurs. Dans cette thèse nous avons observé que la pensée des producteurs (chapitre 2 et 3) et leur perception sensorielle de minéralité (chapitres 4 et 5) sont

dans la plupart du temps, positivement associées. Le manque de fruit et de fleurs dans les vins de la rive gauche (plus minéraux) pourrait être dû à un effet de masquage de ces arômes par le méthanthiol, très présent dans les vins dits « minéraux » de notre étude. Le méthanthiol est un gaz incolore de la famille des thiols dont l'odeur rappelle celle du chou pourri et semblerait être impliqué, en faibles quantités, dans des arômes marins. Dans le vin, ce composé est généralement associé aux arômes de réduction. Une association entre des arômes de réduction et la minéralité a été trouvée pour un des groupes d'experts lors des résultats du chapitre 4, ce qui est en accord avec la liaison entre minéralité et réduction proposée par Ribéreau-Gayon et al (2006). Toutefois, il serait important de confirmer ces résultats sur l'impact du méthanthiol dans la perception de l'arôme de minéralité et son pouvoir de masquage sur les arômes de fruits et fleurs (cinnamates et norisoprenoïdes).

2.3 La communication autour de la minéralité

Le troisième facteur qui pointe vers la conceptualisation de la minéralité est la communication qui a émergé autour de ce descripteur sensoriel. La revue de la littérature nous signale une large utilisation de mots multidimensionnels dans la description des vins. Il s'avère important de souligner que la communication dans le secteur œnologique est une partie active de la globalisation des médias et qui s'insère dans le concept du marketing multisensoriel. Le marketing sensoriel est selon Filser (2003) un ensemble des variables d'actions contrôlées par le producteur et/ou le distributeur pour créer autour du produit ou du service une atmosphère multisensorielle spécifique, soit à travers la communication en sa faveur, soit à travers l'environnement du produit au point de vente.

Si l'on revient aux interviews sur la minéralité présentées dans le chapitre III, l'attitude des producteurs vers le consommateur est ciblée sur une conceptualisation empirique de minéralité et fait recours à l'utilisation de mots multidimensionnels. Ils proposent de créer un scénario pour définir la minéralité aux consommateurs. Si on illustre ce phénomène, lorsqu'on questionne les producteurs sur l'utilisation massive

de ce descripteur, spontanément ils disent : *Les consommateurs sont curieux... Qu'est-ce qui fait dire que le vin est minéral ? Alors bon, les gens ils sont là, ils cherchent. C'est ce côté iodé quand ça rappelle un peu la coquille d'huitre ou ce côté salin, l'embrun de mer quand il vient sur la plage et qu'on sent ce côté salé, salin, ce qu'on peut retrouver aussi dans les vins...* (**Création d'un scénario**) *Alors ça, c'est à expliquer aux personnes quand ont leurs dit, voilà ce vin est minéral et les gens disent oui minéral heu... Donc ils comprennent mais sans comprendre. Donc **quand on leurs explique comme ça**, c'est quand même plus facile pour eux de **mettre une image au mot minéralité**.* (Répondant 22). La communication entre producteur/consommateur sur la « minéralité » semble être donc s'insérer dans cette idée du marketing sensoriel, qui selon Giboreau & Body (2007) marque « *l'utilisation des sens afin de susciter chez le consommateur des réactions affectives, cognitives et/ou comportementales favorables à l'acte d'achat, renforçant l'image de marque ou le positionnement, appréciées lors de la consommation, créant un lien durable* » (p. 9).

Pour conclure cette discussion la figure 12 illustre les relations entre les trois facteurs sous-tendant la compréhension de la minéralité. Les représentations jouent un rôle clef dans cette architecture dans la mesure où elles peuvent affecter non seulement ce que les consommateurs perçoivent mais aussi comment les producteurs font leur vin.

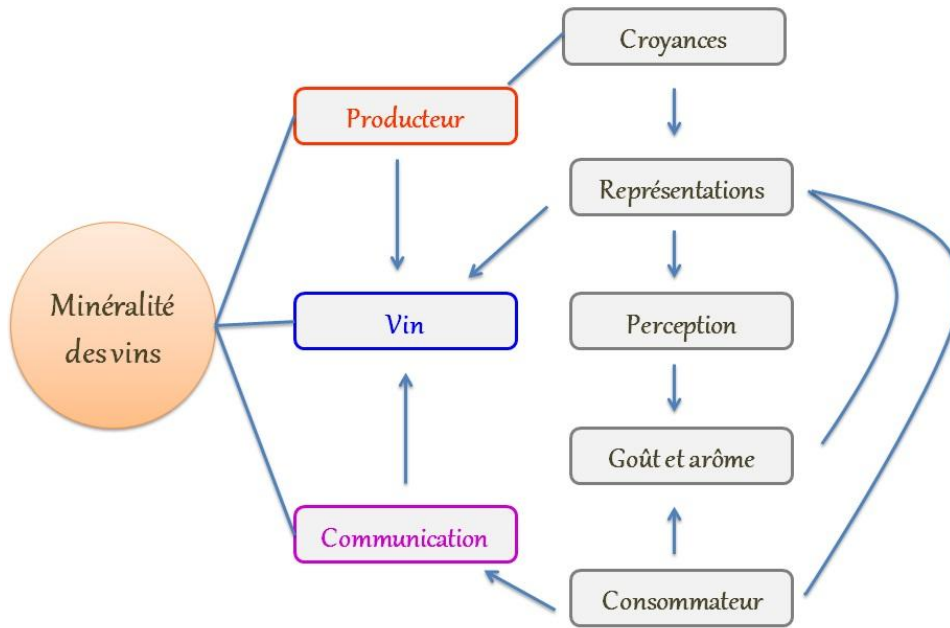


Figure 12 - Structure de la conceptualisation de la minéralité des vins

Conclusions

Le travail de recherche de cette thèse a porté sur l'étude de la conceptualisation du descripteur sensoriel mal-défini « minéralité des vins ». A travers une démarche multidisciplinaire, dans un premier temps nous avons tenté de connaître les représentations sociales que ce descripteur révèle et les croyances normatives des producteurs concernant la minéralité. Ensuite, à travers une démarche sensorielle et chimique, nous avons essayé de trouver les marqueurs possibles de l'origine de la minéralité.

Nos résultats ont montré que le terroir est le cœur de la représentation des deux groupes sociaux contrastés. Cette représentation est confirmée par la croyance des producteurs dans le pouvoir de leur terroir à donner des vins minéraux: le côté caillouteux de leurs sols, l'histoire de leur vignoble basée sur le kimméridgien qui donne lieu à des descripteurs sensoriels associés à la minéralité : salinité, fraîcheur, iodé, etc. Ces croyances peuvent être à l'origine des représentations des consommateurs, à travers la communication entre producteurs et consommateurs. Elles sont aussi à l'origine des informations disséminées par les critiques et les blogueurs du vin créant ainsi un halo empirique peu fondé sur des informations scientifiques autour du terme minéralité. Toutefois, cette hypothèse doit être vérifiée à l'aide d'outils adaptés.

Bien que l'origine chimique de la minéralité n'ait pas été complètement élucidée, des pistes sur le caractère multidimensionnel de ce descripteur sensoriel ont été confirmées et le rôle que peut jouer les arômes réducteurs a été mis en évidence par l'étude sur l'effet du vieillissement et lors de l'association possible entre minéralité et méthanthiol. En effet, ce composé est responsable de l'arôme de coquillage, une des dimensions sensorielles de la minéralité. En plus, cette molécule a été opposée à deux molécules responsables des arômes floraux et fruités : les cinnamates et les norisoprenoïdes.

Références bibliographiques

A

Abric, J. C. (1976). *Jeux, conflits et représentations sociales* (Doctoral dissertation).

Abric, J. C. (2003). *Méthodes d'étude des représentations sociales*. Erès.

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

Ajzen, I., & Fishbein, M. (1980). Understanding attitudes and predicting social behaviour.

Ali, H. H., Lecocq, S., & Visser, M. (2008). The impact of gurus: Parker grades and en primeur wine prices. *The Economic Journal*, 118(529), F158-F173.

Almenberg, J., & Dreber, A. (2011). When does the price affect the taste? Results from a wine experiment. *Journal of Wine Economics*, 6(01), 111-121.

Amateur (L') de Bordeaux. Paris, Société d'éditions spécialisées. Mensuel.

Amine, A., & Lacoeylthe, J. (2007). Les pratiques de consommation du vin: rôle des représentations et des situations de consommation. *Actes du XXIIIème Congrès International de l'AFM*.

Amoraritei, L. (2002). La métaphore en oenologie. *Metaphorik. de*, 3, 1-12.

Arnold, G. M., & Williams, A. A. (1986). use of generalised procrustes techniques in sensory analysis. *Statistical procedures in food research/edited by JR Piggott*.

Aron, R. (1999). *Main currents in sociological thought: Durkheim, Pareto, Weber* (Vol. 2). Transaction Publishers.

B

Bach, K. (2007). Knowledge, Wine, and Taste: What Good is Knowledge (in Enjoying Wine). In Barry C. Smith (ed.), *Questions of Taste: The Philosophy of Wine*. Oxford University Press 21--40.

Bäckström, A., Pirttilä-Backman, A. M., & Tuorila, H. (2003). Dimensions of novelty: a social representation approach to new foods. *Appetite*, 40(3), 299-307.

Références bibliographiques

- Bäckström, A., Pirttilä-Backman, A. M., & Tuorila, H. (2004). Willingness to try new foods as predicted by social representations and attitude and trait scales. *Appetite*, 43(1), 75-83.
- Ballester, J., Mihnea, M., Peyron, D., & Valentin, D. (2013). Exploring minerality of Burgundy Chardonnay wines: A sensory approach with wine experts and trained panelists. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 19(2006), 140–152.
- Barbe, P., & Salies, E. (2006, May). Cohérence dans les systemes de notation des experts-dégustateurs en vin-Revue de la littérature et nouveaux résultats. Œnométrie XIII-Bordeaux-26 et 27 Mai 2006. In *Œnométrie XIII*.
- Barbe, P., & Durrieu, F. (2004). Evaluation de la qualité des grands vins de Bordeaux: existe-t-il des différences significatives entre les dégustateurs. *Document de travail, Bordeaux Ecole de Management*.
- Baroň, M., & Fiala, J. (2012). Chasing after minerality, relationship to yeast nutritional stress and succinic acid production. *Czech J. Food Sci. Vol*, 30(2), 188-193.
- Bartels, J., & Reinders, M. J. (2010). Social identification, social representations, and consumer innovativeness in an organic food context: A cross-national comparison. *Food quality and preference*, 21(4), 347-352.
- Burenhult, N., & Majid, A. (2011). Olfaction in Aslian ideology and language. *The Senses and Society*, 6(1), 19-29.
- Boisson, C. (1997). La dénomination des odeurs: variations et régularités linguistiques. *Intellectica*, 24(1), 29-49.
- Brochet, F., & Dubourdieu, D. (2001). Wine descriptive language supports cognitive specificity of chemical senses. *Brain and Language*, 77(2), 187-196.



- Cannard, H. (1999). *Les vignobles de Chablis et de l'Yonne: réédition, après actualisation, de Balades en Bourgogne, guide consacré aux vignobles de Chablis et de l'Auxerrois*. Cannard.
- Cavero, M. E. (2010). Sémantisme autour du vin: représentations symboliques et lexiculturelles. In *Anales de filología francesa* (Vol. 18, pp. 183-202).

Charters, S., & Pettigrew, S. (2007). The dimensions of wine quality. *Food Quality and Preference*, 18(7), 997-1007.

Chollet S. & 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 : 11-36.

Coelho, F., & Easingwood, C. (2005). Determinants of multiple channel choice in financial services: an environmental uncertainty model. *Journal of Services Marketing*, 19(4), 199-211.

Coutier, M. (1994). Tropes et termes: le vocabulaire de la dégustation du vin. *Meta: Journal des traducteurs* *Meta:/Translators' Journal*, 39(4), 662-675.

Coutier, M. (2005). Les exemples et les citations dans un dictionnaire de langue thématique: le Dictionnaire de la langue du vin. *L'exemple lexicographique dans les dictionnaires français contemporains: Actes des» Premières Journées allemandes des dictionnaires* «(Klingenberg am Main, 25-27 juin 2004), 128, 247.

Coutier, M. (2007). *Dictionnaire de la langue du vin*. CNRS.

D

Dalton, P., Doolittle, N., Nagata, H., & Breslin, P. A. S. (2000). The merging of the senses: integration of subthreshold taste and smell. *Nature neuroscience*, 3(5), 431-432.

Dairou, V., & Sieffermann, J. M. (2002). A comparison of 14 jams characterized by conventional profile and a quick original method, the flash profile. *Journal of food science*, 67(2), 826-834.

De-la-Fuente-Blanco, A., Sáenz-Navajas, M. P., & Ferreira, V. (2016). On the effects of higher alcohols on red wine aroma. *Food chemistry*, 210, 107-114.

Delarue, J., & Sieffermann, J. M. (2004). Sensory mapping using Flash profile. Comparison with a conventional descriptive method for the evaluation of the flavour of fruit dairy products. *Food quality and preference*, 15(4), 383-392.

Deneulin, P., Le Bras, G., Le Fur, Y., & Gautier, L. (2014). Minéralité du vin: représentations mentales de consommateurs suisses et français. *Revue suisse Viticulture Arboriculture Horticulture*, 46(3), 174-180.

Deroy, O. (2007). The power of tastes: Reconciling science and subjectivity.

E

Easingwood, C (2005) "The drivers of regionality: the case of the Australian wine regions", in *3rd International Wine Business Research Conference*, Montpellier 5-6-7 July

F

Filser, M. (2003). Le marketing sensoriel: la quête de l'intégration théorique et managériale. *Revue française du marketing*, 194(4), 5.

Fishbein, M., & Ajzen, I. (1975). *Belief, Attitude, Intention and Behavior: An Introduction to Theory and Research Reading*, MA: Addison-Wesley, 6.

G

Gawel, R., Oberholster, A., & Francis, I. L. (2000). A 'Mouth-feel Wheel': terminology for communicating the mouth-feel characteristics of red wine. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 6(3), 203-207.

Gerland, C., & Dumont, A. (2000). Analyse sensorielle descriptive libre choix (FCP): utilisation pratique: De la dégustation à l'analyse sensorielle. *Revue française d'oenologie*, (182), 36-39.

Giboreau, A., & Body, L. (2007). Le marketing sensoriel. *De la stratégie à la mise en œuvre*.

Goodstein, E. S., Bohlscheid, J. C., Evans, M., & Ross, C. F. (2014). Perception of flavor finish in model white wine: A time-intensity study. *Food Quality and Preference*, 36, 50-60.

Références bibliographiques

Goldstein R, Almenberg J, Dreber A, Emerson JW, Herschkowitsch A.& Katz J (2008): Do more expensive wines taste better? Evidence from a large sample of blind tastings. *Journal of Wine Economics* 3(1), 1-9.

Gómez-Corona, C., Lelievre-Desmas, M., Buendía, H. B. E., Chollet, S., & Valentin, D. (2016). Craft beer representation amongst men in two different cultures. *Food Quality and Preference*, 53, 19-28.

Grémy, J. P., & Le Moan, M. J. (1977). Analyse de la démarche de construction de typologies dans les sciences sociales. *Informatique et sciences humaines*, (35), Numéro-spécial.

Green, J. A., Parr, W. V., Breitmeyer, J., Valentin, D., & Sherlock, R. (2011). Sensory and chemical characterisation of Sauvignon blanc wine: Influence of source of origin. *Food Research International*, 44(9), 2788-2797.

Gruhl, D., Guha, R., Liben-Nowell, D., & Tomkins, A. (2004, May). Information diffusion through blogspace. In *Proceedings of the 13th international conference on World Wide Web* (pp. 491-501). ACM.

Guimelli, C., Roquette, M.L., 1992, „Contribution du modèle associatif des schèmes cognitifs de base à l'analyse structurale des représentations sociales, Bulletin de Psychologie, numéro spécial: „Nouvelles voies en psychologie sociale, XLV, 405, pp. 196-202.

H

Heymann, H., Hopfer, H., & 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.

Huotilainen, A., & Tuorila, H. (2005). Social representation of new foods has a stable structure based on suspicion and trust. *Food quality and preference*, 16(7), 565-572.

J

Jodelet, D., & Moscovici, S. (1989). *Folies et représentations sociales*. Presses universitaires de France.

K

Kozinets, R. V., De Valck, K., Wojnicki, A. C., & Wilner, S. J. (2010). Networked narratives: Understanding word-of-mouth marketing in online communities. *Journal of marketing*, 74(2), 71-89.

L

Landon, S., & Smith, C. E. (1997). The use of quality and reputation indicators by consumers: the case of Bordeaux wine. *Journal of Consumer Policy*, 20(3), 289-323.

Langlois, J., Dacremont, C., Peyron, D., Valentin, D., & Dubois, D. (2011). Lexicon and types of discourse in wine expertise: The case of vin de garde. *Food quality and preference*, 22(6), 491-498.

Lawless, L. J., & Civille, G. V. (2013). Developing lexicons: A review. *Journal of Sensory Studies*, 28(4), 270-281.

Lawless, H., & Engen, T. (1977). Associations to odors: interference, mnemonics, and verbal labeling. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 3(1), 52.

Lawless, H. T. (1999). Descriptive analysis of complex odors: reality, model or illusion?. *Food Quality and Preference*, 10(4), 325-332.

Lawless, H. T., & Heymann, H. (2010). *Sensory evaluation of food: principles and practices*. Springer Science & Business Media.

Le Berre, E., Atanasova, B., Langlois, D., Etiévant, P., & Thomas-Danguin, T. (2007). Impact of ethanol on the perception of wine odorant mixtures. *Food Quality and Preference*, 18(6), 901-908.

Lehrer, A. (1975). Talking about wine. *Language*, 901-923.

Lehrer, A. (2009). *Wine and conversation*. Oxford University Press.

Lehrer, A. (2010). Problems in the translation of creative neologisms. *Meaning in Translation. Lodz Studies in Language*, 19, 293-303.

Lesschaeve, I. (2006, July). The use of sensory descriptive analysis to gain a better understanding of consumer wine language. In *Proceedings for the 3rd International Wine Business and Marketing Research Conference. Academy of Wine Business Research (ed.)*, Unité Mixte de Recherche MOISA, Montpellier, France.

Liu, J., Toldam-Andersen, T. B., Petersen, M. A., Zhang, S., Arneborg, N., & Bredie, W. L. (2015). Instrumental and sensory characterisation of Solaris white wines in Denmark. *Food chemistry*, 166, 133-142.

Lund, C. M., Thompson, M., Benkowitz, F., Wohler, M. W., Triggs, C. M., Gardner, R., et al. (2009). New Zealand Sauvignon blanc distinct flavor characteristics: Sensory, chemical, and consumer aspects. *American Journal of Enology and Viticulture*, 60, 1–12.

M

Maltman, A. (2013). Minerality in wine: a geological perspective. *Journal of Wine Research*, 24, 169–181.

Manetta, C., Urdapilleta, I., Houix, O., Montet, A., & Richard, J. F. (2007). Variabilité et cohérence dans la description de parfums complexes. *Bulletin de psychologie*, (2), 143-157.

Manetta, C., & Urdapilleta, I. (2011). *Le monde des odeurs: de la perception à la représentation*. Editions L'Harmattan.

Marchal, A., Marullo, P., Moine, V., & Dubourdieu, D. (2011). Recherches sur les bases moléculaires de la saveur sucrée des vins secs: Partie 1/2: Effet de l'éthanol, du glycérol et des macromolécules de levures sur la sucrocity des vins secs: rôle de la protéine Hsp12. *Revue des oenologues et des techniques vitivinicoles et oenologiques: magazine trimestriel d'information professionnelle*, 38(141), 9-11.

Marchal, A., Waffo-Téguo, P., Mérillon, J. M., & Dubourdieu, D. (2012). Recherches sur les bases moléculaires de la saveur sucrée des vins secs: Partie 2/2: Effet de l'élevage en barrique sur la sucrosité des vins secs. Identification de nouvelles molécules du bois de chêne à saveur sucrée. *Revue des oenologues et des techniques vitivinicoles et oenologiques: magazine trimestriel d'information professionnelle*, 39(142), 40-43.

Mastrojanni, M. (1993). *Le Grand livre des Vins d'Alsace*. Paris, Solar.

Références bibliographiques

Medel, M., Viala, D., Meillon, S., Urbano, C., & 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).

Meilgaard, M. C., Dalglish, C. E., & Clapperton, J. F. (1979). BEER FLAVOUR TERMINOLOGY1. *Journal of the Institute of Brewing*, 85(1), 38-42.

Meillon, S., Viala, D., Medel, M., Urbano, C., Guillot, G., & 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.

Moio, L., Schlich, P., Issanchou, S., Etievant, P. X., & Feuillat, M. (1993). Description de la typicité aromatique de vins issus du cépage Chardonnay. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 27(3), 179-189.

Moscovici, S. (1961). *La psychanalyse, son image et son public: étude sur la représentation sociale de la psychanalyse*. Presses universitaires de France.

Mouret, M., Monaco, G. L., Urdapilleta, I., & 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.

Mouret, M. (2012). *Représentations collectives et individuelles du vin* (Doctoral dissertation, Paris 8).

N

Noble, A. C., Arnold, R. A., Masuda, B. M., Pecore, S. D., Schmidt, J. O., & Stern, P. M. (1984). Progress towards a standardized system of wine aroma terminology. *American Journal of Enology and Viticulture*, 35(2), 107-109.

O

Onwezen, M. C., & Bartels, J. (2013). Development and cross-cultural validation of a shortened social representations scale of new foods. *Food Quality and Preference*, 28(1), 226-234.

Ozuem, W., Howell, K. E., & Lancaster, G. (2008). Communicating in the new interactive marketplace. *European Journal of Marketing*, 42(9/10), 1059-1083.

P

Parr, W. V., Mouret, M., Blackmore, S., Pelquest-Hunt, T., & Urdapilleta, I. (2011). Representation of complexity in wine: Influence of expertise. *Food Quality and Preference*, 22(7), 647-660.

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

Parr, W. V., Valentin, D., Breitmeyer, J., Peyron, D., Darriet, P., Sherlock, R., ... & Ballester, J. (2016). Perceived minerality in Sauvignon blanc wine: Chemical reality or cultural construct?. *Food Research International*.

Paradis, C., & Eeg-Olofsson, M. (2013). Describing sensory experience: The genre of wine reviews. *Metaphor and Symbol*, 28(1), 22-40.

Peynaud, E., & Blouin, J. (2013). Le goût du vin—Le grand livre de la dégustation. 5e éd. *Dunod, Paris*, 3.

Picard, M., Tempere, S., de Revel, G., & 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.

Piggot, J.R. & Jardine, S.P., 1979. Descriptive sensory analysis of whiskey flavour. *J. Inst. Brew.* 85, 82-85

Pfister, R., GUYOT, C. A., & ANDRE, D. (2006). D.: "Application de la méthodologie de l'olfaction en parfumerie pour une nouvelle classification des odeurs du vin". *Revue des oenologues et des Techniques Vitivinicoles et Oenologiques*, (119), 12-16.

Plümacher, M., & Holz, P. (Eds.). (2007). *Speaking of colors and odors* (Vol. 8). John Benjamins Publishing.

R

Ribeiro, T. G., Barone, B., & Behrens, J. H. (2016). Genetically modified foods and their social representation. *Food Research International*, 84, 120-127.

Ribéreau-Gayon, P., Glories, Y., Majuean, A., & Dubourdieu, D. (2006). Handbook of enology volume 2: The chemistry of wine and treatments.

Richard, J. F., & Urdapilleta, I. (2004). Evaluation du fonctionnement cognitif du raisonnement humain et perspectives thérapeutiques. *Journal de thérapie comportementale et cognitive*, 14(2), 84-88.

Romano, P., Fiore, C., Paraggio, M., Caruso, M., & Capece, A. (2003). Function of yeast species and strains in wine flavour. *International journal of food microbiology*, 86(1), 169-180.

Rosa, D. (2003). Le «réseau d'associations»: une technique pour détecter la structure, les contenus, les indices de polarité, de neutralité et de stéréotypie du champ sémantique liés aux représentations sociales. *Abric (J.-C.), Méthodes d'étude des représentations sociales, Ramonville-Saint-Agne, Érès*, 81-117.

Rouby, C., Thomas-Danguin, T., Sicard, G., Vigouroux, M., Jiang, T., Poitevineau, J., & Issanchou, S. (2005). Influence du contexte sémantique sur la performance d'identification d'odeurs. *Psychologie française*, 50(2), 225-239.

Rouge (Le) et le Blanc. Clichy, les éditions du vin. Trimestriel. 1983-

S

Sáenz-Navajas, M. P., Avizcuri, J. M., Ballester, J., Fernández-Zurbano, P., Ferreira, V., Peyron, D., & 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.

Références bibliographiques

Sigala, M.(2007). WEB 2.0 in the tourism industry: A new tourism generation and new e-business models, *Ecoclub*, 90:5-8.

Shortreed, W., Rickards, P., Swan, J. S., & Burtles, S. (1979). The flavour terminology of Scotch whiskies. *Brewers' Guardian*, 108, 55±62.

Smith, B. C. (2013). The nature of sensory experience: the case of taste and tasting. *Phenomenology Mind Online J*, 292-313.

Stone, H., Sidel, J., Oliver, S., Woosley, A., & Singleton, R. C. (1974). Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. *Food Technology*, 28, 24–34.

Sweetser, E. (1990). From etymology to pragmatics: The mind-body metaphor in semantic structure and semantic change. *Cambridge: CUP*.

T

Thach, L. (2010). Wine blogs: expressing diverse wine opinions in a new realm of online wine relationship marketing. In *5th International Academy of Wine Business Research Conference* (Vol. 8, No. 10).

Thomas-Danguin, T., Ishii-Foret, A., Etiévant, P., & Atanasova, B. (2009). Le bouquet du vin: résultat d'une intégration sensorielle différente au nez et en bouche.

Thorngate, J. H. (1997). The Physiology of Human Sensory Response to Wine: A Review JOHN H., *American Journal of Enolgy and Viticulture.*, Vol. 48, No. 3.

V

Vanhove, M. (2008). Semantic associations between sensory modalities, prehension and mental perceptions. *From polysemy to semantic change: Towards a typology of lexical semantic associations*, 341-370.

Vilanova, M., Escudero, A., Graña, M., & Cacho, J. (2013). Volatile composition and sensory properties of North West Spain white wines. *Food research international*, 54(1), 562-568.

W

Wang, J., Capone, D. L., Wilkinson, K. L., & Jeffery, D. W. (2016). Chemical and sensory profiles of rosé wines from Australia. *Food chemistry*, 196, 682-693.

Williams, A. A. (1975). The development of a vocabulary and profile assessment method for evaluating the flavour contribution of cider and perry aroma constituents. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 26(5), 567-582.

Y

Yarrow, A. (2009). The Complete List of Wine Blog's. Available at: www.vinography.com

Youn, H., Sutton, L., Smith, E., Moore, C., Wilkins, J. F., Maddieson, I., ... & Bhattacharya, T. (2016). On the universal structure of human lexical semantics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(7), 1766-1771.

Z

Zafiropoulos, K., Vrana, V., & Vagianos, D. (2010). Conversation authorities among popular wine blogs. *Proceedings of EuroCHRIE, Passion for Hospitality Excellence, Amsterdam, Holland, 25-28*. 562-568.

Annexes

Annexe 1 – Présentation orale 9th Annual American Association of Wine Economists Conference – Mendoza, Argentina

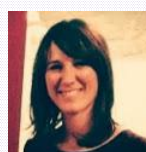
Structural approach of social representation: application to wine minerality



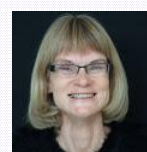
RODRIGUES, H.



BALLESTER, J.



SAENZ-NAVAJAS, M.



VALENTIN, D.

9th Annual American Association of Wine Economists Conference
May 26-30, 2015 - Mendoza, Argentina



The phenomenon of wine minerality

1946



Marguerite Duras

First appearance of the minerality word with wine Relationship (Peynaud & Blouin, 2013)

1990

Emergence in the use of the minerality word as a wine descriptor

2013

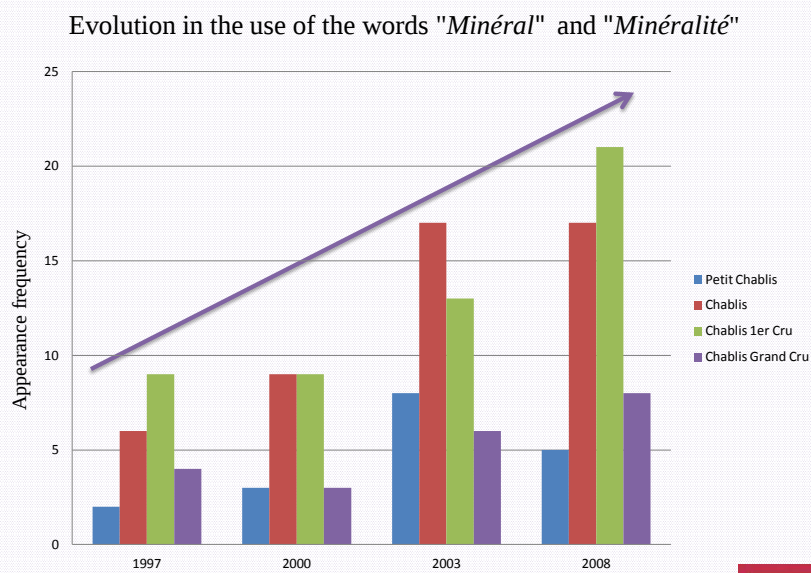


667.000 results in google for “vin minéral” (Le Fur & Gautier, 2013)

2015

France
9.110.000 results for “vin minéral”

Massive use of “minerality” as wine descriptor



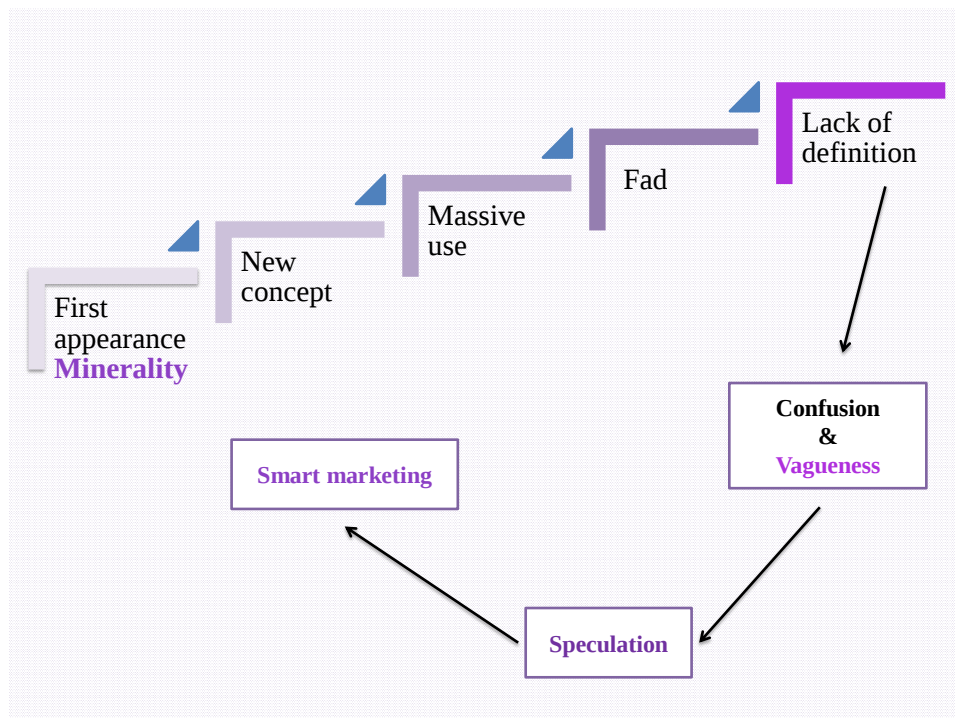
Guide Hachette des Vins – Versions 1997, 2000, 2003 and 2008



Multidimensional descriptor



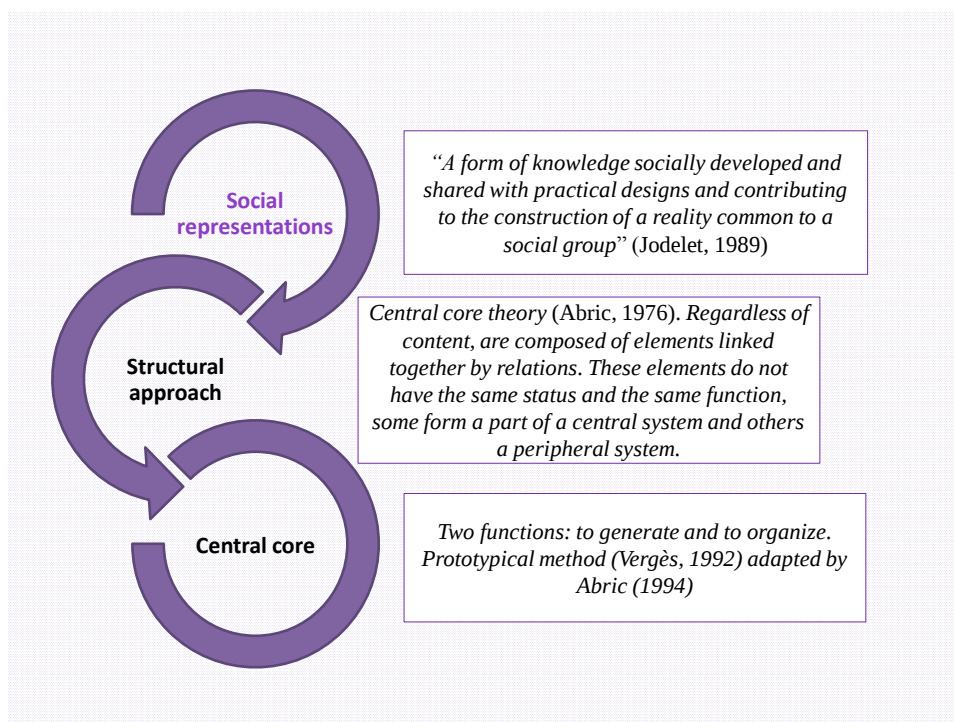
(Parr et. al., 2010 ; Ballester et. al., 2013 ; Heymann et. al., 2013; Le Fur et Gautier 2013; Peynaud et Blouin 2013; Deneulin et. al., 2014; Parr et. al., 2015)





What is the minerality's representation of winemakers and consumers?

Do winemakers and wine consumers share a common representation of minerality?



OVERALL OBJECTIVE

Investigate the **content and structure** of social representation of “**minerality**” in two social groups



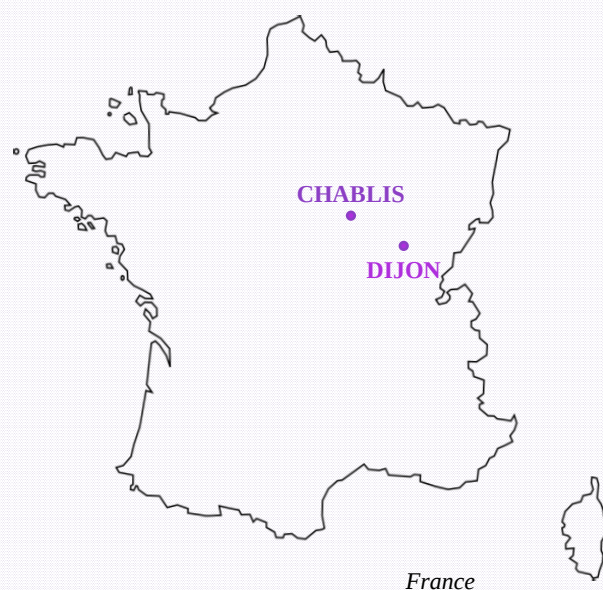
METHODS

40 winemakers from Chablis

60% men - 40% women,
aged between 23 and 61
years old

47 wine consumers from Dijon

59% men - 41% women,
aged between 19 and 59
years old

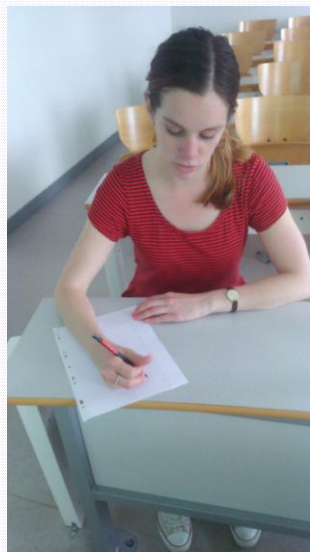


Free word association task

*"When I say the word “minerality”,
what comes to your mind?”*

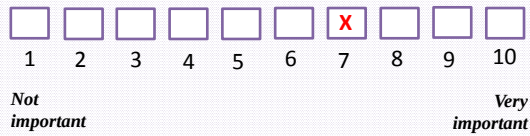


Phase 1 : Word evocation

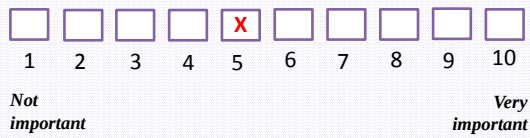


Phase 2 : notation of importance

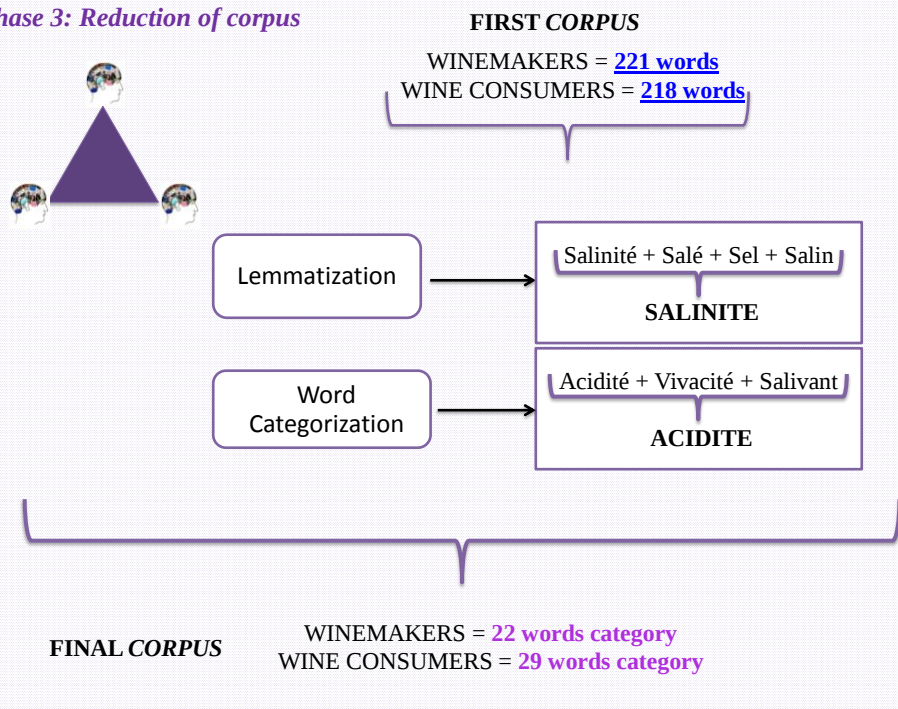
Géologie



Iodée



Phase 3: Reduction of corpus



Phase 1 : Word evocation

WINEMAKERS



Phase 1 : Word evocation

WINE CONSUMERS



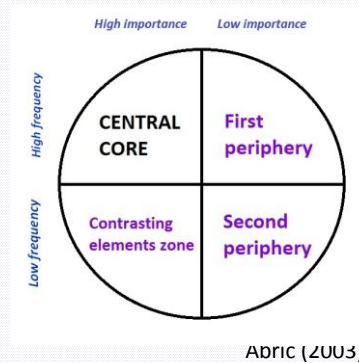
Prototypical method (Vergès, 1992)

Two criteria:

- a) the **frequency** at which a specific category occurs –
High or low frequency
- b) the **ranking importance** of the category –
High or low importance

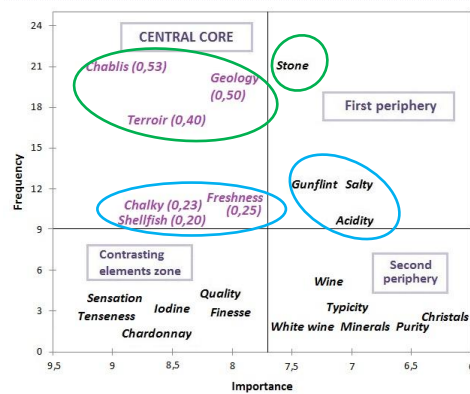
$$\text{INCEV} = f / N$$

f = frequency
N = n° participants

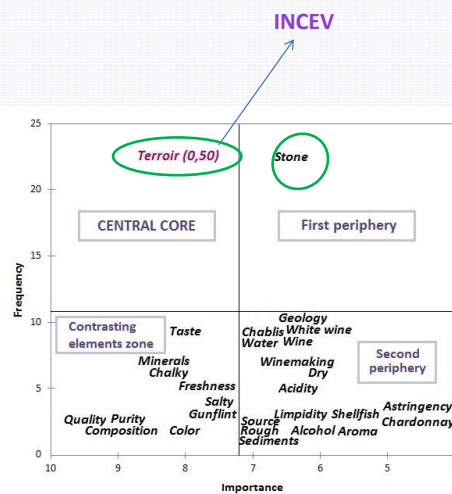


RESULTS

Representational field by winemakers and wine consumers



Winemakers



Wine consumers

Conclusions

How minerality is represented?

Minerality is represented with categories that evoke geology origins and sensory characteristics

Do winemakers and wine consumers share a common representation of minerality?

Winemakers and wine consumers have a only one common central core element = **Terroir**

Those original results confirm a single stable representation:

Minerality is related to the **place** where the vines are grown and where the wines are made. Even if a scientific explanation to confirm this representation is contested, the strong theory that minerality is the result of the **terroir** is widely petrified in the imaginary of producers and consumers of wine.

Acknowledgments





Annexe 2 – Poster présenté au 11th Pangborn Sensory Science Symposium, Göttembourg, Sweden

Using a social representation approach to explore consumers' understanding of sensory vocabulary: The case of wine minerality



Universidad Zaragoza



H. Rodrigues^{1, 2}, J. Ballester^{2, 3}, M. P. Saenz-Navajas⁴, D. Valentin^{1, 5}

¹Université de Bourgogne, France ; ²Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation, France ;

³Institut Jules Guyot, France ; ⁴Universidad de Zaragoza, Spain ; ⁵Agrosup Dijon, France.

hrodrigues@djion.inra.fr

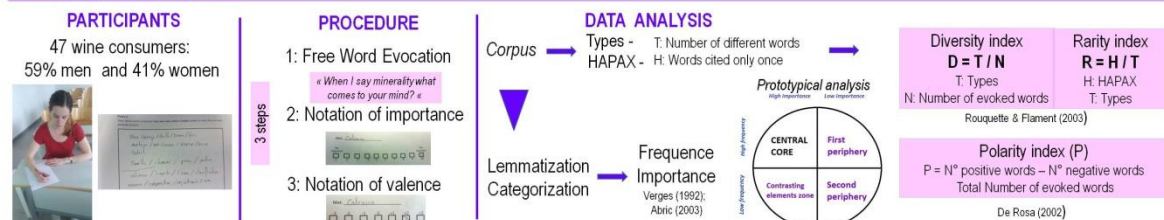


Institut Jules Guyot

Introduction

In everyday life people use descriptions to communicate about products sensory properties. For example, sensory descriptions made by wine critics play an important role in guiding consumer's purchases. **Are these descriptions understood and shared by consumers?** We used a social representation approach (central core theory) to address this issue, according to Abric (2003) a social representation is an organized set of information, opinions, attitudes and beliefs about an object. **Our goal was to explore consumers' understanding of a very popular wine descriptor: Minerality**

Material and method



Results

CORPUS CHARACTERISTICS

Total evoked words	218 (4.83 %)
Quantity of types	111 (2.36 %)
Quantity of HAPAX	83 (1.76 %)
Diversity index	0.51
Rarity index	0.75

Participants have a high tendency to produce HAPAX

Idiosyncrasy tendency

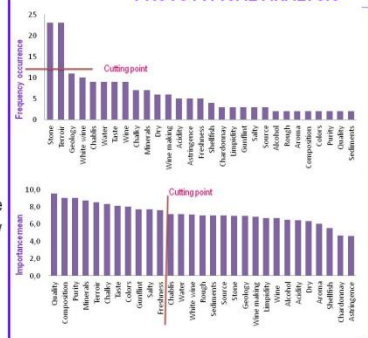
This idiosyncrasy tendency suggest the existence of a non structured representation also reflected by a higher rarity index

VALENCE ANALYSIS

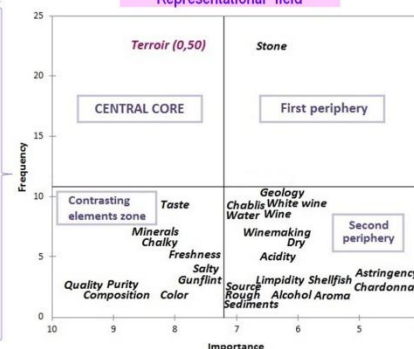


Most participants associated a positive valence to the word categories they produced relative to "minerality"

PROTOTYPICAL ANALYSIS



Representational field



The vast majority of participants associate minerality with geological elements. Sensory elements are also presents in their representation but they are less frequent and less important than geological elements

Conclusion

The results showed that the elements shared by the vast majority of consumers were *terroir* and *stone*, which are more reminiscent of beliefs rather than sensory attributes. *Minerality* is related to the place where the vines are grown and where the wines are made and these results suggests that the concept of *minerality* is anchored in the imaginaries of people. Moreover, we can observe that elements with a sensory meaning have a strong idiosyncrasy and they are either quite important for a few consumers (*quality*, *taste*, *gunflint*, *salty*, *chalky*, *colour*, *freshness*...) or irrelevant (*dry*, *acidity*, *limpidity*, *shellfish*, *astringency*).

Acknowledgments

This work was funded by FEDER, Burgundy Regional Conseil, Bureau Interprofessionnel des Vins de Bourgogne, France and Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ), programa 'Ciência sem Fronteira



References

- 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). Paris: Armand Colin.
- De Rosa, A. S. (2002). The "associative network": a technique for detecting structure, contents, polarity and stereotyping indexes of the semantic fields. *European review of applied psychology*, 52(3/4), 181-200.
- Rouquette, M. L., & Flament, C. (2003). Anatomie des idées ordinaires (ed.) Comment étudier les représentations sociales. Paris: Armand Colin.
- Vergès, P. (1992). L'évolution de l'argent: Une méthode pour la définition du noyau central d'une représentation. *Bulletin de psychologie*.



23-27 August 2015
11th Pangborn Sensory Science Symposium

Annexe 3 – 10^{ème} Symposium International d’Œnologie de Bordeaux, France.

Effet du vieillissement sur la perception sensorielle de la minéralité en vins Chablis 1^{er} Cru

Heber RODRIGUES, Dominique VALENTIN, Jordi BALLESTER

Equipe « Culture, expertise et perception »

10^{ème} Symposium International d’Œnologie de Bordeaux
29 juin – 1er juillet 2015 - Bordeaux, France



Introduction

1946...



Marguerite Duras

Mode

Intrigant

ENigme

NÉologisme

Mystère

Spécul**A**tion

Comp**L**exité

Descri**P**teur

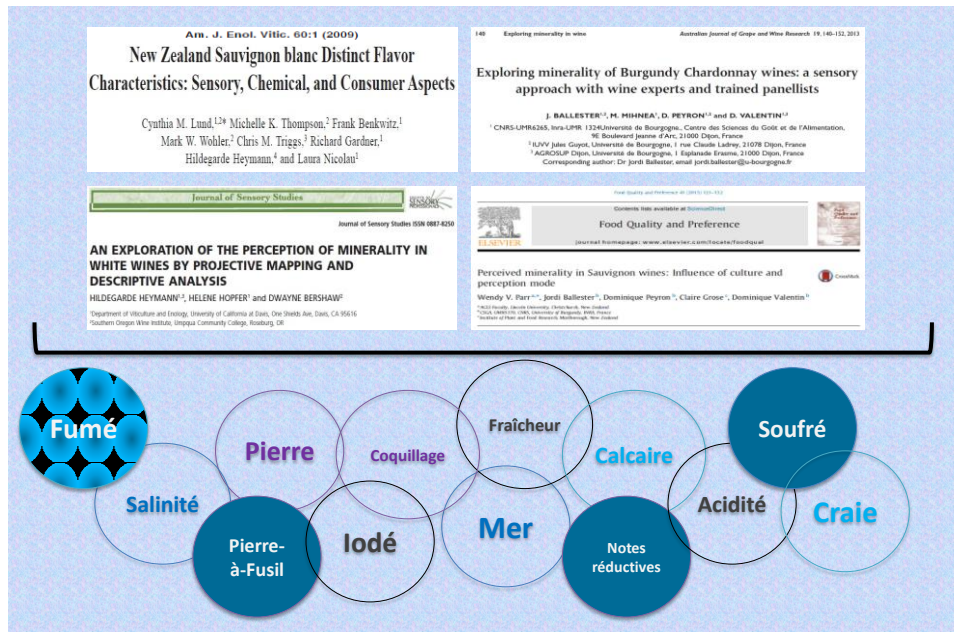
My**T**he

Ph**É**nomène

...2015

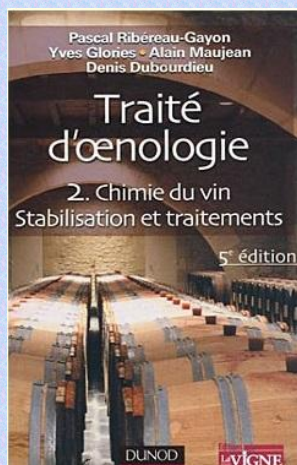
?

Introduction



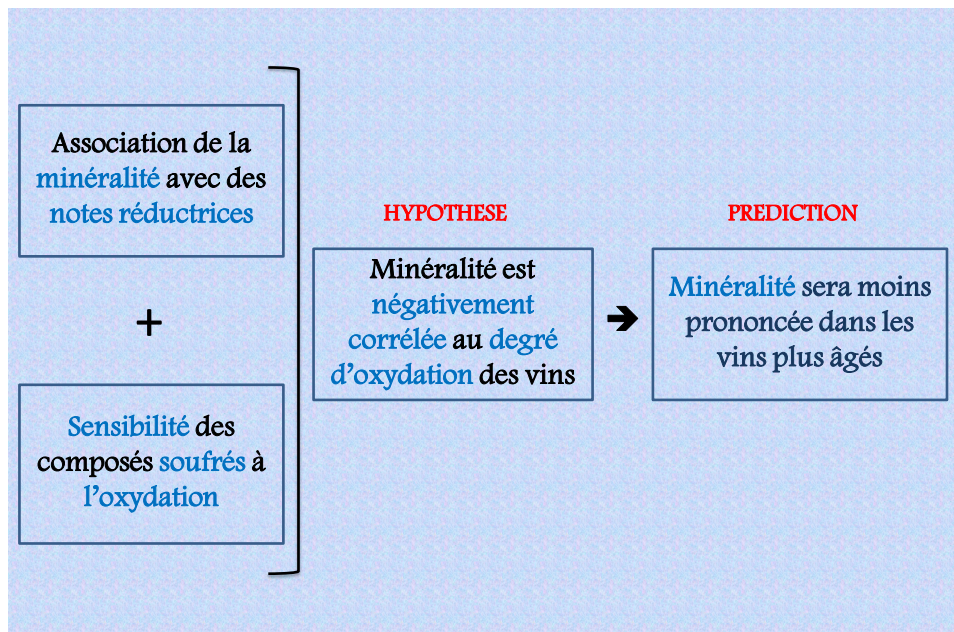
Introduction

Oxydo-réduction / Vieillesse des vins blancs



« Cette odeur particulière [*résine et miel*] qui rappelle celle des vins blancs *oxydés*, peut concerner tous les vins blancs secs ou liquoreux quels que soient l'origine et le cépage. Elle se développe au détriment des nuances empyreumatiques, *minérales* et truffées, caractéristiques du bouquet de *réduction* des vins blancs »
(Ribèreau-Gayon et al., 2004. p. 346)

Hypothèse



Méthode

20 producteurs des vins à Chablis: 7 femmes et 13 hommes âgés entre 23 et 53 ans

Chablis 1^{er} Cru Côte de Léchet

1998 2004 2006 2009 2010 2011 2012

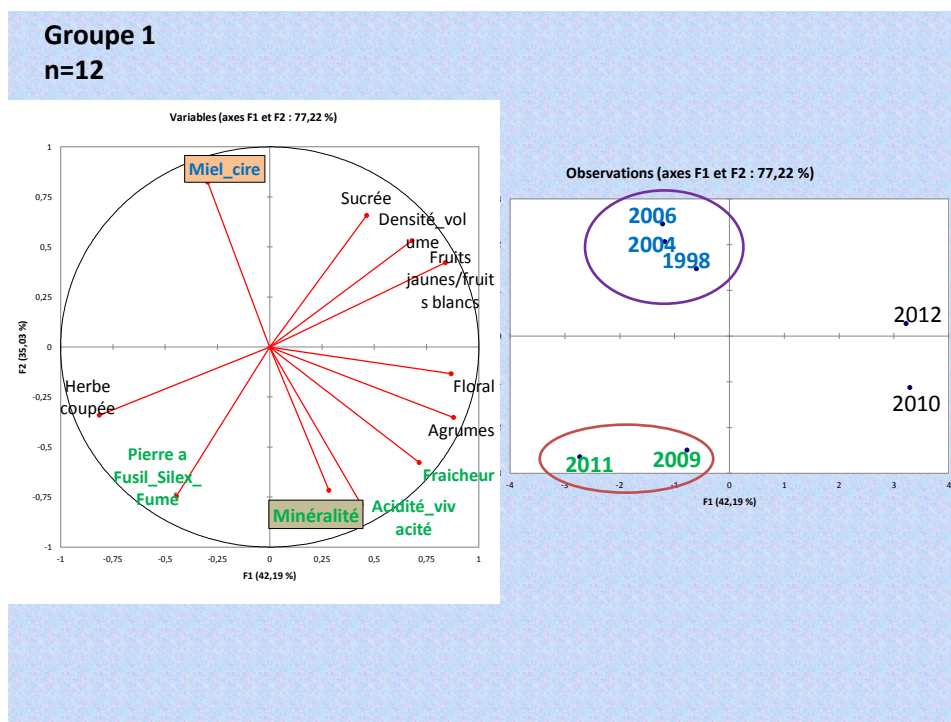
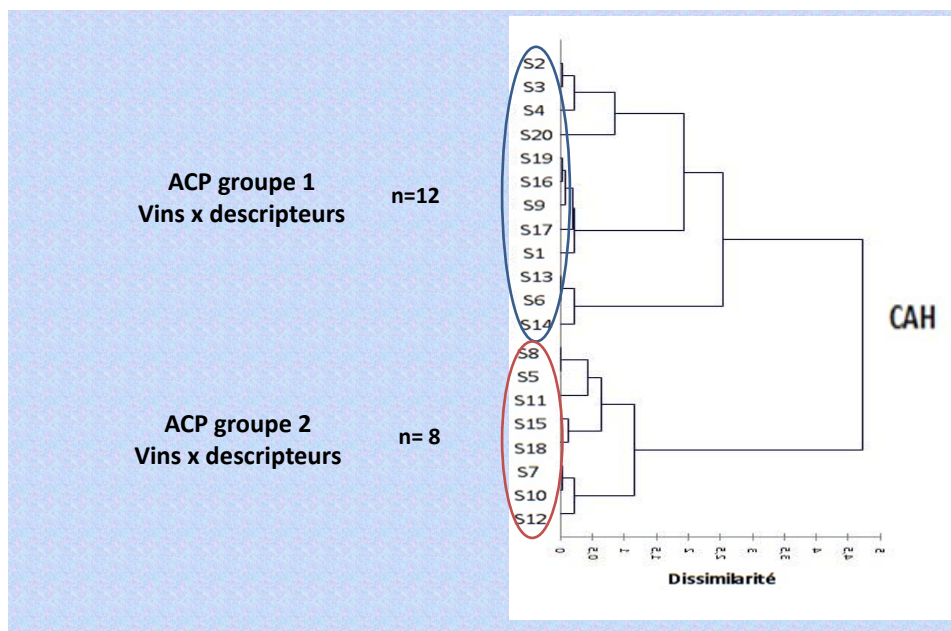
Description des vins

MINÉRALITÉ							
Vin	Absente	1	2	3	4	5	Très intense

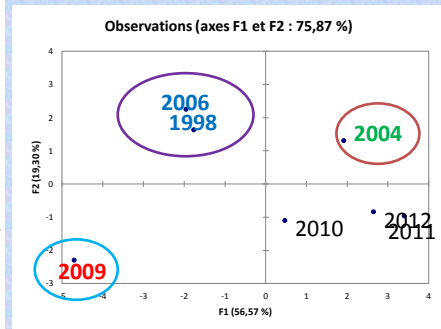
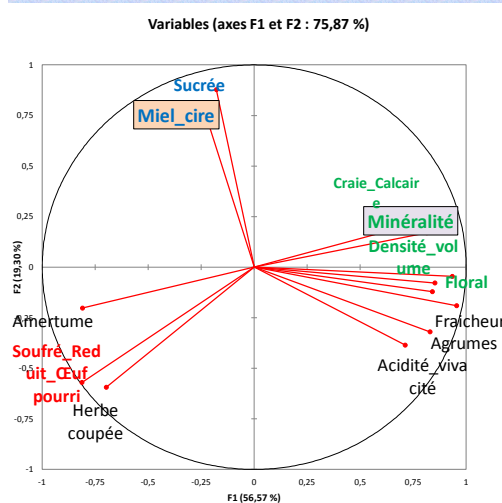
MIEL / CIRE							
Vin	Absente	1	2	3	4	5	Très intense

Fruits jaunes/fruits blancs ; herbe coupée ; floral
agrumes/citron/pamplemousse
Pierre-à-Fusil/silex/frottée/fumé ;
soufre/réduit/oeuf pourri
Craie/calcaire ; Coquillage/iode ; salinite
Fraicheur ; acidité/vivacité
Densité/volume en bouche ; sucré ; amertume

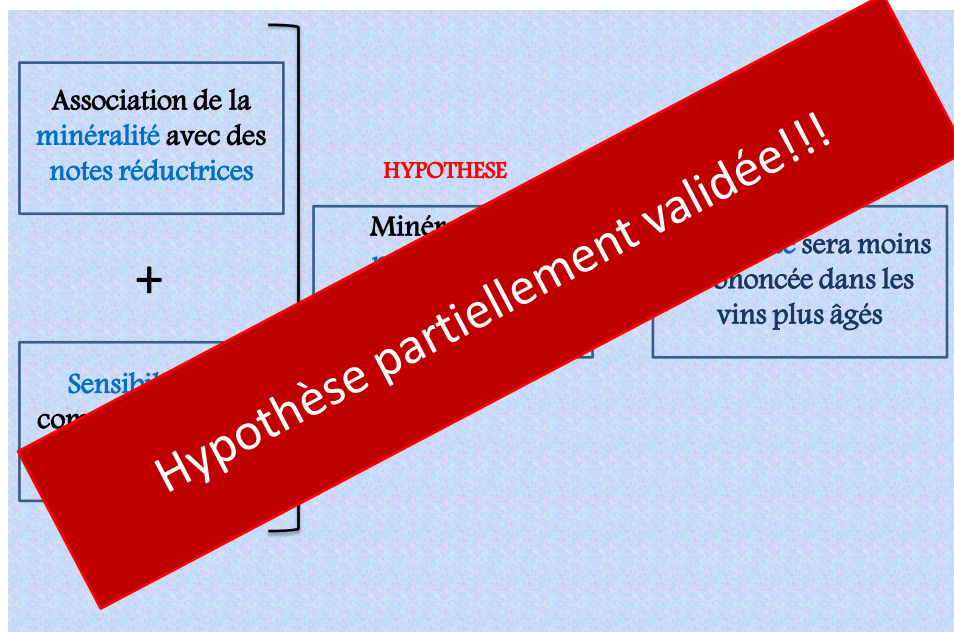
Résultats



Groupe 2
n=8



Conclusion



Conclusion

* Première conception : **La minéralité est corrélée avec la réduction qui est opposée à l'oxydation.**

* Deuxième conception : **La minéralité est opposée à la réduction et indépendante de l'oxydation**

Remerciements

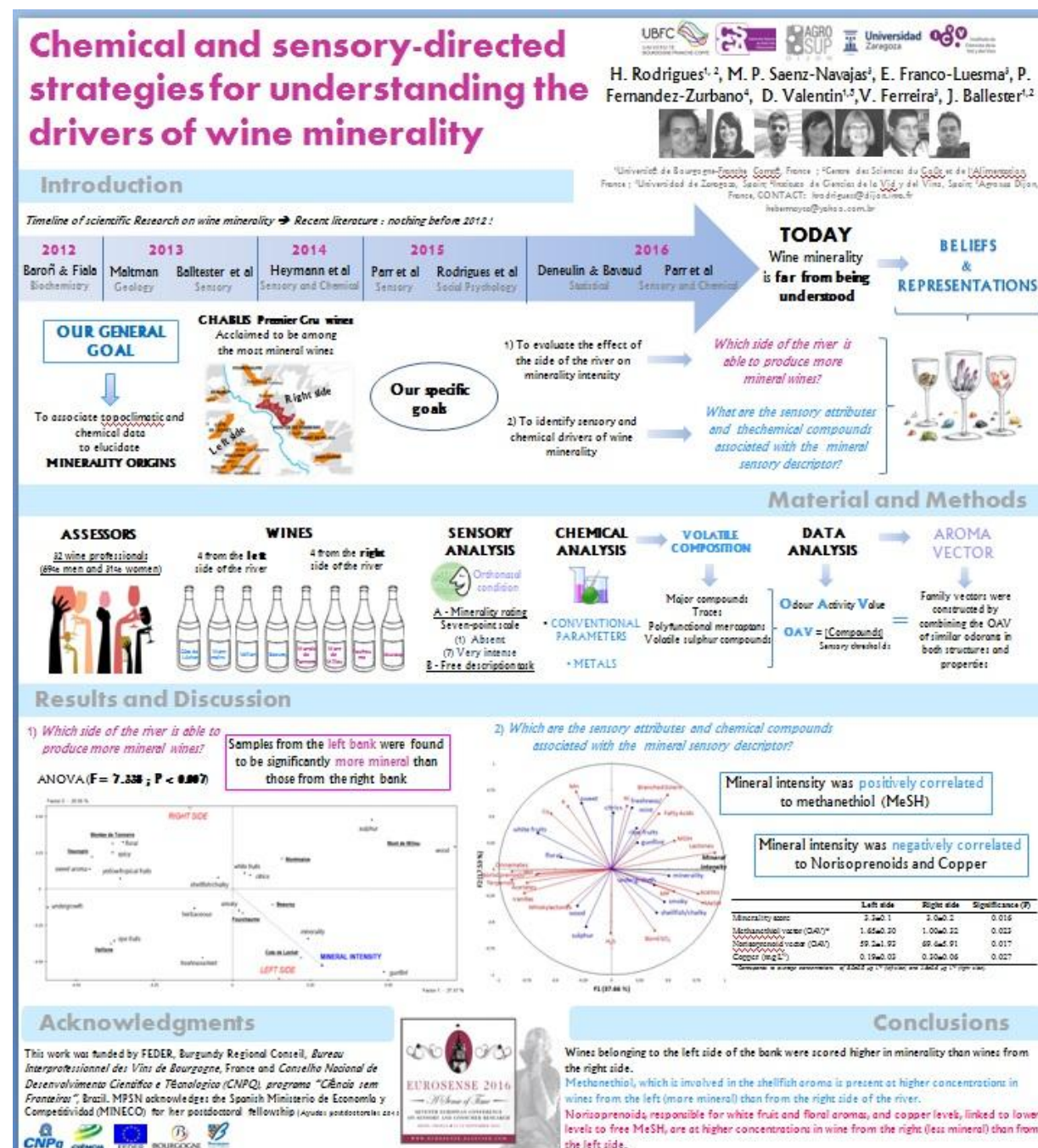




Dr. Maria Pillar SAENZ-NAVAJAS – Universidad de Zaragoza / Espagne
Dr. Wendy PARR – Lincoln University / Nouvelle Zelande
Dr. Jordi BALLESTER et **Dr. Dominique VALENTIN** – Centre des Sciences du Gout / France
Dr. Herve ALEXANDRE – Universite de Bourgogne / France



Annexe 4 – Poster Eurosense 2016, Dijon, France



Annexe 5 – Matériel supplémentaire du chapitre 5

Supplementary material 1. Family vectors constructed by combining the OAV of similar odorants in both structures and odor properties.

<i>Family vector</i>	<i>Chemical compound</i>
<i>Norisoprenoid vector</i>	β -damascenone, α -ionone and β -ionone
<i>Volatile phenol vector</i>	guaiacol, <i>o</i> -cresol, <i>m</i> -cresol, eugenol, 4-vinylphenol, 4-vinylguaiacol, 2,6-dimethoxyphenol, 4-propylguaiacol, 4-allyl-2,6-dimethoxyphenol
<i>Whiskylactone vector</i>	E- and Z-whiskylactones
<i>Linear fatty acid vector</i>	butyric, hexanoic, octanoic, decanoic acids
<i>Branched fatty acid vector</i>	3-methylbutyric, 2-methylpropanoic acids
<i>Acetate vector</i>	isoamyl, isobutyl, hexyl, ethylphenyl acetates
<i>Higher alcohol vector</i>	isobutanol, isoamyl alcohol, 1-butanol, c-3-hexanol, metionol, β -phenylethanol
<i>Linear ester vector</i>	propanoate and decanoate ethyl esters
<i>Branched ester vector</i>	isobutyrate, diethyl succinate, ethyl lactate, 3-methylbutyrate
<i>Terpenol vector</i>	geraniol, β -citronellol, α -terpineol and linalool
<i>Vanilla vector</i>	vanilla, acetovanillone, ethyl vanillate and methyl vanillate
<i>Ethylphenol vector</i>	4-ethylphenol and 4-ethylguaiacol
<i>Lactone vector</i>	γ -butyrolactone, γ -nonalactone and γ -decalactone
<i>Acetic vector</i>	ethyl acetate and acetic acid

Following (Loscos et al. 2007, Sáenz-Navajas et al, 2015).

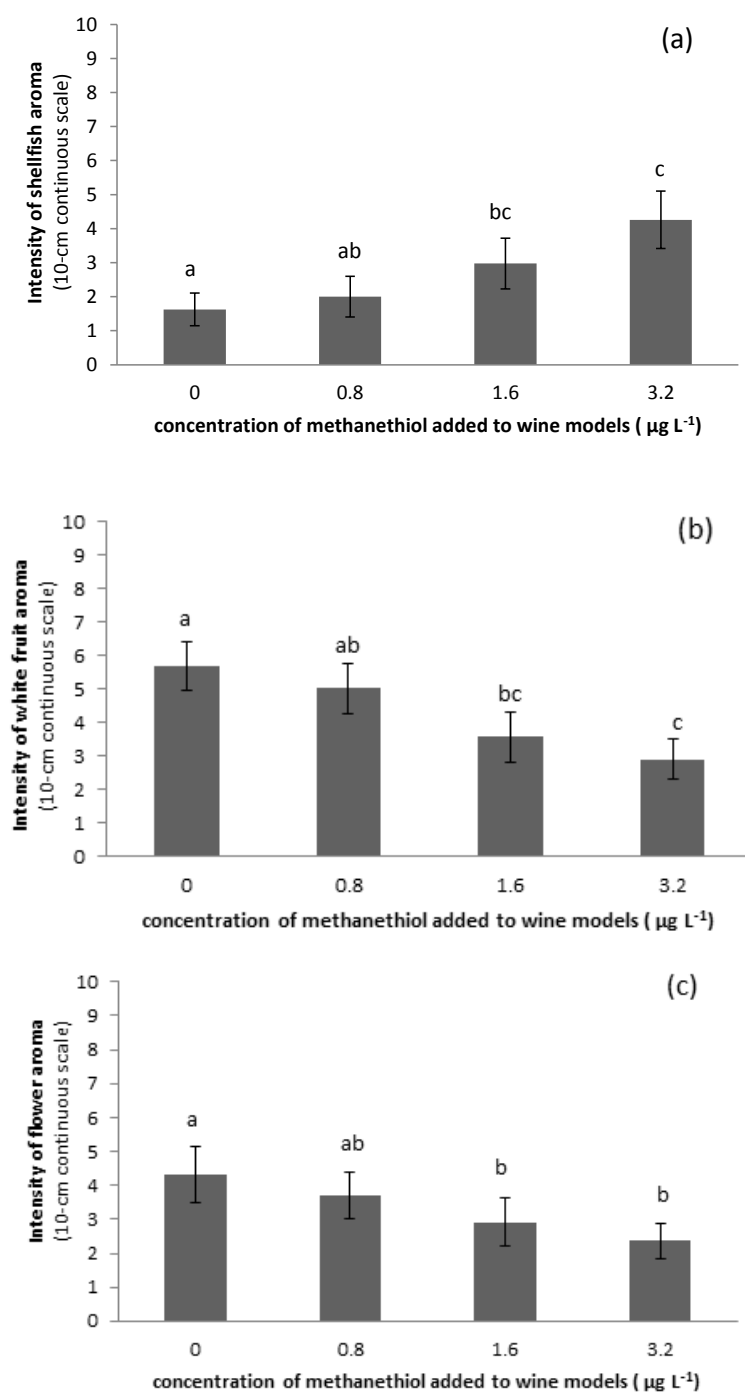
Supplementary material 2. Composition of wine model (WM) employed in the study.

	CONCENTRATION	FRACTION
pH	3.2	
tartaric acid (g L ⁻¹)	5	
glycerin (g L ⁻¹)	5	
tanic acid (mg L ⁻¹)	15	NON VOLATILE
quinine (mg L ⁻¹)	3	
arabic gum (mg L ⁻¹)	15	
ethyl alcohol (% v/v)	10	
isoamyl alcohol (mg L ⁻¹)	120	
β-phenylethanol (mg L ⁻¹)*	20	
acetic acid (mg L ⁻¹)	100	
hexanoic acid (mg L ⁻¹)	5	VOLATILE
ethyl hexanoate (mg L ⁻¹)	5	
isoamyl acetate (mg L ⁻¹)	1.5	
linalool (μg L ⁻¹)	5	
ethyl cinnamate (μg L ⁻¹)	0.5	
β-damascenone (μg L ⁻¹)	3	

Supplementary material 3. References of table 2.

- [1] Ferreira, V., Ortin, N., Escudero, A., Lopez, R., & Cacho, J. (2002). Chemical characterization of the aroma of Grenache rose wines: aroma extract dilution analysis, quantitative determination, and sensory reconstitution studies. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 4048-4054.
- [2] Etievant, P. X. (1991). Volatile compounds of food and beverages (1st ed.). New York: Marcel Dekker.
- [3] Guth, H. (1997). Quantitation and sensory studies of character impact odorants of different white wine varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45, 3027-3032.
- [4] Escudero, A., Gogorza, B., Melus, M. A., Ortin, N., Cacho, J., & Ferreira, V. (2004). Characterization of the aroma of a wine from Maccabeo. Key role played by compounds with low odor activity values. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 3516-3524.
- [5] Ferreira, V., Lopez, R., & Cacho, J. F. (2000). Quantitative determination of the odorants of young red wines from different grape varieties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80, 1659-1667.
- [6;14] Gemert, V. (2003). Compilation of odor thresholds; Zeist, The Netherlands: Boelens aroma chemical Information services.
- [7] Aznar, M., López, R., Cacho, J., & Ferreira, V. (2003). Prediction of aged red wine aroma properties from aroma chemical composition. Partial least squares regression models. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(9), 2700-2707.
- [8] Peinado, R. A., Moreno, J., Bueno, J. E., Moreno, J. A., & Mauricio, J. C. (2004). Comparative study of aromatic compounds in two young white wines subjected to pre-fermentative cry maceration. *Food Chemistry*, 84, 585-590.
- [9] San Juan, F., Cacho, J., Ferreira, V., & Escudero, A. (2012). Aroma chemical composition of red wines from different price categories and its relationship to quality. *Journal of agricultural and food chemistry*, 60, 5045-5056.
- [10] Lopez, R., Aznar, M., Cacho, J., & Ferreira, V. (2002). Determination of minor and trace volatile compounds in wine by solid-phase extraction and gas chromatography with mass spectrometric detection. *Journal of Chromatography A*, 966, 167-177.
- [11] Ferreira, V., San Juan, F., Escudero, A., Cullere, L., Fernandez-Zurbano, P., Sáenz-Navajas, M. P., & Cacho, J. (2009). Modeling quality of premium Spanish red wines from gas chromatography-olfactometry data. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57, 7490-7498.
- [12] Escudero, A., Campo, E., Fariña, L., Cacho, J., & Ferreira, V. (2007). Analytical characterization of the aroma of five premium red wines. Insights into the role of odor families and the concept of fruitiness of wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57, 7490-7498.
- [13] Boidron, J. N., Chatonnet, P., & Pons, M. (1988). Influence of wood on some aromatic substances in wines. *Connaissance de la vigne et du vin*, 22, 275-294.
- [15] Gonial, O. J., & Noble, A. C. (1987). Sensory study of selected volatile sulfur compounds in white wine. *American Journal of Enology and Viticulture*, 38, 223-227.
- [16] Siebert, T. E., Bramley, B., & Solomon, M. R. (2009). Hydrogen sulfide: aroma detection threshold study in red and white wine. *AWRI Technical Review*, 183, 14-16.
- [17] Solomon, M. R., Genué, J., Osidacz, P., & Siebert, T. E. (2010). Aroma detection threshold study of methanethiol in white wine and red wine. *AWRI Technical Review*, 186, 8-10.
- [18] Tominaga, T., & Dubourdieu, D. (2006). A novel method for quantification of 2-methyl-3-furanthiol and 2-furanmethanethiol in wines made from Vitis vinifera grape varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 29-33.
- [19] Tominaga, T., Blanchard, L., Darriet, P., & Dubourdieu, D. (2000). A powerful aromatic volatile thiol, 2-furanmethanethiol, exhibiting roast coffee aroma in wines made from several Vitis vinifera grape varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(5), 1799-1802.
- [20] Tominaga, T., des Gachons, C. P., & Dubourdieu, D. (1998). A new type of flavor precursors in Vitis vinifera L cv Sauvignon blanc: S-cysteine conjugates. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46, 5215-5219.
- [21] Tominaga, T., Guimbertau, G., & Dubourdieu, D. (2003). Contribution of benzenemethanethiol to smoky aroma of certain Vitis vinifera L. wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 1373-1376.

Supplementary material 4. Mean intensity scores for the attributes a) shellfish, b) white fruit and c) floral rated in the wine models spiked with different levels of MeSH (0, 0.8, 1.6, 3.2 $\mu\text{g L}^{-1}$). Different letters indicate the existence of a significant difference between samples ($P < 0.05$) (Student–Newmans–Keuls test).



Annexe 6 – Article de vulgarisation publié dans la Revue « Premiers Crus » de l'INRA

Zone de texte éditable et éditée

L'imaginaire de la minéralité des vins : collectif ou individualiste ?

Depuis une vingtaine d'années un nouveau mot est apparu pour décrire le goût et les arômes de certains vins : le mot minéralité. Les recherches menées au CSGA visent à comprendre d'où vient ce mot, à quoi il correspond, comment nous pouvons le définir et si cette sensation est liée à des molécules chimiques spécifiques présentes dans les vins.

La minéralité est, parmi les descripteurs des vins « mal-définis », celui qui intrigue le plus. La presse fait de la minéralité une fabrique de spéculations. Cela génère une confusion dans la communication sur ce concept qui éveille la curiosité de plusieurs scientifiques et ouvre un éventail de possibilités aux tentatives pour le définir. Ceci fait toute la richesse et la complexité des recherches autour des « vins minéraux » (exemples, d'après la presse : le Chablis, le Sancerre, le Riesling d'Alsace, etc.). Les croyances illustrées dans les roues de dégustations, dans les affiches publicitaires attractives ou dans les discours élogieux des producteurs, journalistes et œnophiles, comme par exemple : « pour sentir la minéralité il faut sucer un caillou » ou encore « je bois un vin minéral et je sens une explosion de sensations marines... », nous ont conduit à essayer de comprendre quelle est la représentation sociale de ce descripteur et comment peut-il être utilisé par les différents groupes sociaux concernés ?

Le concept de « représentation sociale » permet de mieux comprendre les individus et les groupes en analysant la façon dont ils se représentent eux-mêmes, les autres, les objets et le monde. En l'occurrence elles nous informent sur ce qu'est l'objet social, et elles sont aussi des éléments de partage des groupes, qu'elles permettent d'unifier.

Pour répondre à nos questionnements, les chercheurs du CSGA se sont servis d'une théorie originaire de la psychologie sociale, « la théorie du noyau central » proposée par Jean Claude Abric en 1976. Cette approche est basée sur un système organisé en quatre différentes zones de représentation. Une zone appelée noyau central, qui génère le sens de la représentation et détermine les relations entre les éléments de celle-ci. Ces éléments du noyau central sont en quelques sorte les éléments qui caractérisent l'objet social et sans eux, la représentation n'est plus la même. Des éléments périphériques servent d'ajout à la représentation sociale, mais ne sont pas aussi importants pour la définir.

Pour cela, ils ont travaillé avec deux groupes sociaux : quarante producteurs de vins de Chablis et quarante-sept consommateurs. Au moyen d'une interrogation ouverte (« Quand je vous dis minéralité, qu'est-ce que vous vient à l'esprit ? »), nous leur avons demandé de produire des mots et de leur accorder à chacun une importance sur une échelle de 1 (pas important) à 10 (très important). Avec le croisement de ces deux informations, fréquence de citation et classement d'importance, nous sommes arrivés à la structure de la représentation.

Les résultats ont montré que, chez les producteurs, la zone du noyau central est composée d'éléments à connotation géologique (Chablis, géologie et terroir) et sensorielle (fraîcheur, calcaire et coquillage), tandis que chez les consommateurs, un seul élément évoquant la géologie apparaît : le terroir. Dans les autres zones de la représentation des consommateurs, nous pouvons trouver des éléments qui font référence aux dimensions sensorielles. Toutefois la magnitude de cette représentation des consommateurs est moins marquée quand nous

la comparons à celle des producteurs.

Enfin, cette étude a démontré que les consommateurs et les producteurs de vins partagent une représentation commune sur le caractère local de l'origine de la minéralité (terroir), marquée par la mémoire collective. L'aspect sensoriel semble néanmoins plus important dans l'imaginaire des producteurs, que pour les consommateurs, ce qui révèle une pensée sociale unitaire chez les consommateurs.

Pour le moment aucune liaison concrète entre molécules et minéralité n'a été trouvée. Toutefois, la minéralité semble être le résultat de l'interaction de plusieurs sensations (goût, arôme, touché, etc.), qui le transforment dans un descripteur sensoriel multidimensionnel. Comme perspective de poursuite de ces études, il serait intéressant de lier les molécules chimiques présentes dans les vins avec les différentes sensations perçues par les dégustateurs.

Contact : Heber Rodrigues, Jordi Ballester, Maria Pilar Saenz-Navajas, Dominique Valentin, UMR CSGA

Rédaction : HRodrigues

Date de création : 30 Septembre 2015

Mise à jour : 14 Octobre 2015

Annexe 7 – Fiche de participation au programme de vulgarisation scientifique
« Expérimentarium » de l'Université de Bourgogne

Minéralité des vins :
mythe ou réalité ?

→ PSYCHOLOGIE SOCIALE



Heber RODRIGUES est jeune chercheur dans l'équipe « culture, expertise et perception » au CSGA* à Dijon. Depuis une vingtaine d'années, un nouveau mot est apparu pour décrire le goût et les arômes de certains vins : le mot « minéralité ». Le but des recherches d'Heber est de comprendre d'où vient ce mot, à quoi il correspond, comment nous pouvons le définir et si cette sensation de « minéralité » est liée à des molécules chimiques spécifiques présentes dans le vin.

* Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation.

« Mon but est de rassembler toutes les informations concernant la minéralité des vins. Parler de minéralité aujourd'hui c'est marcher à l'aveugle dans le brouillard. »

<http://experimentarium.u-bourgogne.fr>

experimentarium