



Caractérisation de 21 vins québécois par analyse sensorielle et chimique



Rapport final



Responsable scientifique :

Karine Pedneault, Ph.D.
Chercheuse scientifique,
Centre de développement bioalimentaire du Québec



Équipe et collaborateurs :

Meliana Shan Ching Seong, Stagiaire, CDBQ
David Rochette, Stagiaire, CDBQ
Paul Angers, Ph.D., Professeur, Université Laval
André Caron, Directeur au Alcools du terroir, SAQ
Étienne Ouellet, M.Sc., Professionnel de recherche, CDBQ
Martin Létourneau, M.Sc., Développement des affaires, CDBQ

**Agriculture, Pêcheries
et Alimentation**

Québec 

10 Octobre 2013

Résumé du projet

Malgré une qualité généralement bonne, les vins du Québec connaissent différentes problématiques au niveau de la commercialisation, entre autres parce que le consommateur est peu familier avec les cépages hybrides, qui ont des caractéristiques différentes des cépages dit « nobles », au même titre que les cépages nobles ont chacun des particularités variétales. Si les critères permettant de définir la qualité des vins issus de cépages nobles ont largement été étudiés de par le monde, très peu d'études du genre n'ont été menées pour les cépages hybrides. Pourtant, l'alignement des caractéristiques des vins avec les préférences des consommateurs est l'un des sujets d'actualité majeurs des producteurs de vins à l'échelle mondiale. La mise en parallèle, par des analyses statistiques sophistiquées, de différentes techniques d'évaluation sensorielle et chimique permet d'évaluer les liens entre les préférences des consommateurs et la qualité des vins et, a posteriori, d'orienter les pratiques viticoles et œnologiques en vue de rencontrer des objectifs précis de qualité et de style. Afin d'évaluer les critères définissant l'appréciation des vins rouges du Québec par les consommateurs, 24 vins rouges, dont 21 vins du Québec ont été évalués par analyse sensorielle et chimique. Les vins ont été soumis à un panel de consommateurs, caractérisés par analyse sensorielle descriptive puis analysés par GC-MS-SPME, GC-olfactométrie et spectrophotométrie UV-visible.

Ce projet a permis d'obtenir les premières données sur l'appréciation des vins québécois par les consommateurs et de caractériser pour la première fois des vins du Québec par analyse sensorielle descriptive, par olfactométrie et par GC-MS-SPME. Les résultats ont montré que les vins québécois les mieux perçus par les consommateurs présentaient souvent des notes de caramel, de vanille et de torréfié, de même que des notes de fruits noirs et une certaine sucrosité. Au contraire, les vins moins appréciés auraient davantage de notes de fruits secs, de terre et d'épice, de même qu'un peu plus d'amertume et un côté alcooleux. L'analyse du profil aromatique et des composés phénoliques a permis un début d'éclaircissement des composés impliqués dans la perception de différents descripteurs ; l'origine et la modulation potentielle de ces composés en viticulture ou au chai pourrait permettre d'augmenter encore la qualité des vins québécois et d'éventuellement répondre de façon plus précise aux demandes du consommateur. Il serait intéressant de reprendre cette étude avec des vins issus de différents cépages et surtout un plus large échantillonnage de vins sélectionnés selon différents critères afin de pousser davantage l'analyse des résultats et de mieux cerner les critères de qualités recherchés par les consommateurs lorsqu'ils consomment les vins d'ici, pour les cépages majeurs du Québec.

Table des matières

1. Introduction	4
2. Matériel et méthodes	5
2.1 Échantillons	5
2.2 Analyse des paramètres technologiques et des composés phénoliques	5
2.3 Analyse sensorielle hédonique	5
2.4 Analyse sensorielle descriptive	5
2.5 Analyse des profils aromatiques	8
2.6 Olfactométrie	8
2.7 Analyses statistiques	8
3. Résultats et discussion	8
3.1 Portrait du panel hédonique	8
3.2 Analyse hédonique des vins	9
3.3 Analyse descriptive	11
3.4 Analyses chimiques	13
4. Conclusion	18
5. Remerciements	19
6. Références	20

1. Introduction

L'industrie viticole québécoise se développe rapidement depuis les dix dernières années, si bien que l'on compte aujourd'hui près de 200 vignobles dans les différentes régions du Québec, la majeure partie de la production étant concentrée dans les régions de la Montérégie Est et Ouest, de l'Estrie et de Québec. La viticulture en climat froid implique des contraintes non négligeables, notamment dans le choix des cépages, puisque la plupart des cépages nobles, issus de l'espèce *Vitis vinifera*, survivent difficilement à nos hivers, en plus d'être enclin aux maladies fongiques sous nos latitudes, où le climat est relativement humide pendant la saison chaude. Pour contourner ce problème, les vigneronns québécois sélectionnent des cépages hybrides, issus de croisements entre des espèces comme *V. vinifera*, *V. riparia* et *V. lambrusca*, qui ont une tolérance accrue au froid et aux maladies.

Malgré une qualité généralement bonne, les vins du Québec connaissent différentes problématiques au niveau de la commercialisation, entre autres parce que le consommateur est peu familier avec les cépages hybrides, qui ont des goûts différents des cépages dit « nobles », au même titre que les cépages nobles ont chacun des particularités variétales. En effet, les vins issus de cépages hybrides présentent généralement un profil aromatique différent des cépages *V. vinifera* auxquels le consommateur est habitué, de même qu'une structure différente en bouche, souvent moins charnue. Leur acidité est également plus élevée, ce qui est principalement dû aux conditions climatiques québécoises.

La qualité des vins issus des cépages nobles a été largement étudiée de par le monde, autant en France qu'en Australie ou aux États-Unis. Les arômes qui les caractérisent, de même que les composés impliqués dans le corps du vin sont assez bien définis en regard de la demande des consommateurs, et l'alignement des caractéristiques des vins avec les préférences des consommateurs est toujours un sujet d'actualité pour les producteurs à l'échelle mondiale. Jusqu'ici, de telles études n'ont pas été conduites sur les cépages hybrides, a priori au Québec, où la consommation de vin est l'une des plus importantes en Amérique du Nord.

La mise en parallèle, par des analyses statistiques sophistiquées, de différentes techniques d'évaluation sensorielle et chimique permet d'évaluer les liens entre les préférences des consommateurs et la qualité des vins et, a posteriori, d'orienter les pratiques viticoles et œnologiques en vue de rencontrer des objectifs précis de qualité et de style. En analyse sensorielle, l'analyse hédonique et l'analyse descriptive permettent, d'une part, de définir les préférences des consommateurs de « je n'aime pas du tout » à « j'aime énormément » et, d'autre part, de caractériser ces préférences par l'utilisation de descripteurs précis (par exemple : fruits rouges, épices, etc.) qui ont un sens pour le vinificateur. La mise en parallèle de ces données avec la chimie permet d'aller plus loin en décrivant quels sont les composés liés à chaque descripteurs, de les classer selon leur origine œnologique (raisin ou fermentation par exemple) et donc de travailler à les augmenter ou à les réduire dans les futurs vins. Plusieurs méthodes d'analyse, permettant d'analyser différents types de composés (arômes, composés phénoliques) peuvent être mises à profit selon qu'on travaille sur le profil aromatique des vins ou leur structure en bouche.

Afin d'évaluer les critères définissant l'appréciation des vins rouges du Québec par les consommateurs, 24 vins rouges, dont 21 vins du Québec a été évaluée par analyse sensorielle et chimique. Les vins ont été

soumis à un panel de consommateurs, caractérisés par analyse sensorielle descriptive puis analysés par GC-MS-SPME, GC-olfactométrie et spectrophotométrie UV-visible.

2. Matériel et méthodes

2.1 Échantillons

Les échantillons ont été obtenus sur une base participative de la part des vigneronns de la région Brome-Missisquoi et quelques-uns de la Montégérie-Est. En tout, 21 vins ont été obtenus des vigneronns et trois vins ont été commandité par la SAQ seront conduites selon un plan expérimental entièrement aléatoire (Tableau 1). La majorité des vins obtenus ont été faits à partir des cépages majeurs de la région, soient Frontenac et Maréchal Foch, mais contiennent aussi d'autres cépages tels que Baco noir, Lucy Kuhlmann et De Chaunac. Les vins ont d'abord été soumis à l'analyse des paramètres technologiques puis les analyses sensorielles ont été conduites selon les protocoles décrits plus loin.

2.2 Analyse des paramètres technologiques et des composés phénoliques

L'analyse de l'acidité titrable et du pH a été effectuée selon la méthodologie de Amerine & Ough (1980). La teneur en glycérol a été mesurée par spectrophotométrie UV-Visible à l'aide d'un kit colorimétrique (Unitech Scientific, Folsom, CA). Les composés phénoliques (flavonoïdes, esters hydroxycinnamiques, anthocyanes) ont été mesurés par spectrophotométrie UV-visible, selon la méthodologie de Girard *et al.* (2001).

2.3 Analyse sensorielle hédonique

Les séances de dégustations ont été conduites dans une salle d'analyse sensorielle, sous lumières rouges, dans des blocs individuels. 59 panélistes non entraînés (31 femmes, 28 hommes, de 20 à 66 ans) ont assisté à trois séances de dégustation tenues lors de trois journées différentes, selon un design expérimental en block complet. À chaque séance, huit échantillons de 25mL, dans des verres ISO, ont été servis à chacun des panélistes, à température pièce. Les 24 vins n'ont été présentés qu'une seule fois et cela de façon aléatoire. La consigne donnée aux panélistes était de noter chaque échantillon selon leur goût personnel sur une échelle de neuf points, allant de « défectueux » à « excellent ». Il leur a également été demandé de remplir un questionnaire de données sociodémographiques et d'habitudes de consommation de vin et autres boissons alcooliques. Chaque séance a duré en moyenne 30 minutes.

2.4 Analyse sensorielle descriptive

Les analyses descriptives ont été conduites par un panel d'experts formé de sommeliers, connaisseurs en vin et vinificateurs (trois femmes et cinq hommes). Deux séances de dégustation ouvertes où sept vins ont été goûtés par les panélistes ont d'abord été conduites afin de sélectionner les descripteurs les plus appropriés

pour les échantillons. Lors de la première séance, une série de descripteurs a été sélectionnée à l'aide de la roue des arômes du vin (Noble *et al.*, 1987). Lors de la seconde séance, des standards pour ces mêmes descripteurs ont été préparés et mis à la disposition des panélistes afin de valider le vocabulaire de chaque descripteur avec eux.

Les analyses descriptives ont été conduites au cours de quatre séances de dégustation de 45 minutes chacune, réparties sur une même journée. Les vingt-quatre vins ont été présentés de façon aléatoire et numéroté à l'aide d'un nombre à trois chiffres. Les vins ont été dégustés en duplicata (12 vins par séance), avec un numéro d'identification différent à chaque séance. Les analyses ont été réalisées à l'aveugle dans une salle de dégustation, dans des blocs individuels, sous lumière rouge. Les échantillons ont été servis à une température de 18°C, à raison de 50 mL par échantillon, dans des verres de dégustation ISO couverts d'un verre de montre. Il a été demandé aux panélistes de ne pas consommer d'aliments fortement aromatisés tels que le café ou le chocolat, ni se brosser les dents au cours de l'heure précédent la dégustation et d'éviter de porter des produits de toilette parfumés. Pour chaque échantillon, chacun des descripteurs a été évalué selon une échelle d'intensité de cinq points (de 1 = aucun à 5 = extrême) (Jackson, 2009).

Tableau 1. Numéro d'identification anonyme, origine géographique, cépages, pastille de goût (SAQ) et prix (SAQ) des vins analysés dans le cadre de ce projet.

No vin	Origine géographique	Cépages	Pastille de goût SAQ	Gamme de prix	Alcool (% v/v)
157	Montérégie-Est	Marquette	nd	10-15	13.5
165	Montérégie-Est	Chancellor, Frontenac	nd	10-15	nd
245	Lanaudière	5 cépages à dominante Sabrevois	Fruité et généreux	10-15	12
246	Montérégie-Est	Frontenac rouge, St.Croix	nd	10-15	nd
275	Brome-Missisquoi	Marechal Foch, Lucy Kuhlmann, De Chaunac	Fruité et léger	15-20	11.5
287	Brome-Missisquoi	Frontenac	nd	nd	11.5
299	Brome-Missisquoi	Frontenac	Fruité et généreux	25-30	14.5
360	Vénétie/Italie¹	65% Corvina veronese, 30% Rondinella et 5% Molinara	Léger et fruité	15-20	13
432	Brome-Missisquoi	6 cépages, dont Maréchal Foch, Lucy Kuhlmann et Léon Millot	nd	nd	nd
446	Brome-Missisquoi	De Chaunac (passerillé)	nd	25-30	11
465	Montérégie-Est	Sabrevois	nd	10-15	11.5
539	Loire/France²	Gamay	nd	15-20	12
543	Montérégie-Est	Maréchal Foch, Ste-Croix et Frontenac	Fruité et léger	15-20	13
547	Brome-Missisquoi	Frontenac noir, Sabrevois	Fruité et léger	20-25	13.5
576	Montérégie-Est	Chancellor	nd	10-15	12
620	Savoie/France	Pinot noir	nd	15-20	12
635	Brome-Missisquoi	Chancellor, Frontenac	nd	nd	nd
643	Montérégie-Est	Sabrevois, Frontenac	nd	nd	nd
689	Brome-Missisquoi	Maréchal Foch	Fruité et léger	15-20	11.5
724	Brome-Missisquoi	Baco noir	nd	20-25	13.5
850	Brome-Missisquoi	Pinot noir, Maréchal Foch	nd	nd	nd
935	Brome-Missisquoi	Maréchal Foch, Baco, De Chaunac	Fruité et généreux	15-20	13
978	Montérégie-Est	Frontenac, Marquette	nd	10-15	nd
995	Lanaudière	5 cépages à dominante Frontenac	Aromatique et souple	15-20	12.5

¹ Allegrini Valpolicella, SAQ² La Chamoise, SAQ

2.5 Analyse des profils aromatiques

L'analyse des profils aromatiques des vins a été réalisée par chromatographe en phase gazeuse couplée à un spectromètre de masse (Time-of-Flight) et à un microextracteur en phase solide (GC-MS-SPME), à l'aide d'une fibre de DVB-Carboxen-PDMS de deux cm (Supelco). La quantification des 42 analytes sélectionnés a été effectuée à l'aide de standards internes deutérés (Canadian Isotopes, Pointe-Claire, QC).

2.6 Olfactométrie

Six vins ont été analysés par chromatographie en phase gazeuse couplée à un spectromètre de masse (Quad) et à un olfactomètre. Trois panélistes ont sentis les composés un à un à la sortie de la chromatographie et les ont décrit pour chacun des vins analysés. Ces analyses n'ont pu être complétées faute de temps, mais les résultats obtenus ont été analysés et seront intégrés ultérieurement aux résultats présentés dans ce rapport.

2.7 Analyses statistiques

Les résultats ont été analysés avec la procédure Mixed du logiciel SAS (SAS Institute, Cary, NC). Les moyennes ont été comparées par le test de LSD (*least significant difference*), sur des données préalablement vérifiées pour leur homogénéité et leur normalité. Les notes données par les panélistes ont été analysées à l'aide d'analyses de type box-plot. Une analyse de concordance a également été effectuée à l'aide de la macro de Magree du logiciel SAS pour le *Kappa* agreement. Les descripteurs montrant un coefficient de Kendell's significatif et/ou une fréquence plus élevée que 50% au sein des échantillons ont été inclus dans l'analyse en composante principale. L'analyse en composante principale a été réalisée à l'aide de la procédure PrinComp du logiciel SAS. Les corrélations entre les analyses descriptives et chimiques ont été effectuées à l'aide de la procédure Corr du logiciel SAS.

3. Résultats et discussion

3.1 Portrait du panel hédonique

L'analyse des données sociodémographique des panélistes de l'analyse hédonique a montré que le panel était composé majoritairement de personnes de moins de 40 ans (66%), des deux sexes, rémunérées moins de 40 000\$ par an (59 %), diplômés d'au moins un baccalauréat (27%), mais le plus souvent détenteur d'un diplôme de deuxième ou troisième cycle (49%) (Tableau 2). La majorité de nos panélistes étaient originaires du Québec (68%), mais une proportion non négligeable était d'origine européenne (19%).

La majorité des panélistes se décrivait prioritairement comme des consommateurs de vins rouges (45%) puis de bière (25%) (Tableau 3). Une minorité affirmait une préférence pour les vins blancs (18%) et les spiritueux (12%). La très grande majorité a dit consommer un à trois verres de vin par semaine (81 %), mais se décrivait comme des consommateurs débutants (66%) ou « intéressés à en apprendre davantage sur le vin »

(32%). Enfin, près de 50% des panélistes ont indiqué n'avoir aucune préférence pour les vins du Vieux monde (France, Italie, Espagne) ou du Nouveau monde (États-Unis, Argentine, Australie, Chili), tandis que les vins du Vieux monde étaient préférés par 31 % des panélistes.

Tableau 2. Portrait sociodémographique du panel hédonique.

	Catégories	%
Sexe	Femmes	52.5
	Hommes	47.5
Age	18-25 ans	35.6
	26-40 ans	30.5
	41-60 ans	25.4
	61 ans et plus	8.5
Revenu net	<20 000\$/an	32.2
	20 000-40 000\$/an	27.1
	40 000-60 000\$/an	23.7
	>60 000\$/an	16.9
Diplôme	Professionnel	1.7
	Collégial	22.0
	Baccalauréat	27.1
	Etudes graduées	49.2
Origine ethnique	Québec	67.8
	Europe	18.6
	Amériques	11.9
	Autres	1.7

3.2 Analyse hédonique des vins

Les résultats de l'analyse hédonique ont montré des différences significatives entre les différents vins présentés aux panélistes (Tableau 4). Les notes ont été très variables d'un vin à l'autre et la plupart des échantillons ont été de peu à extrêmement appréciés (notes de 1 à 9), les moyennes des vins se situant de 3.9 à 5.6/9. Trois vins (275, 850 et 935) ont été davantage appréciés que les autres tandis que trois autres vins (576, 635, 643) ont été moins appréciés. Fait intéressant, les vins internationaux (deux vins français et un vin italien) soumis au panel ont obtenu des notes similaires à celles des vins québécois. Enfin, les notes relativement moyennes observée entre les échantillons pourrait avoir été causée par l'échelle utilisée, qui allait de « vin défectueux » (1) à « excellent » (9), plutôt que de « je n'aime pas du tout » à « j'aime énormément », ce qui est relativement différent comme approche. En outre, le contexte des dégustations, qui avaient lieu de jour, parfois à 9h le matin, pourrait également avoir joué sur l'appréciation générale des vins ; la consommation de boissons alcoolisées est le plus souvent liée à des facteurs contextuels affectant l'appréciation des produits, tels que le fait d'être devant un bon repas, avec des amis, etc.

Tableau 3. Habitudes de consommation de vin et autres boissons alcooliques du panel hédonique.

Catégories		%
Boisson la plus consommée	Bière	25.0
	Vin rouge	45.0
	Vin blanc	18.3
	Spiritueux	11.7
Consommation de vin	1 verre/mois	11.9
	1 verre/semaine	39.0
	2-3 verres/semaine	42.4
	Tous les jours	6.8
Connaissance du vin	Aucune	1.7
	Débutant	66.1
	Intéressé	32.2
	Connaisseur	0.0
Type de vin	Vieux monde	30.5
	Nouveau monde	15.3
	Aucune préférence	49.2
	Autres	5.1

Bien que le dispositif expérimental ne permettait pas de comparer les cépages, à première vue, les résultats suggèrent que les vins fait à partir des cépages Maréchal Foch et De Chaunac ont été davantage appréciés que ceux impliquant du Chancellor. Des analyses supplémentaires sont toutefois nécessaires afin de faire un lien formel entre les cépages et leur appréciation par les consommateurs. Par contre, de façon informelle, lorsque les panélistes ont pu voir l'identité des échantillons et revoir leurs résultats d'analyse, plusieurs ont pu faire un lien entre leurs résultats personnels et certains cépages, dont le Maréchal Foch et le Frontenac, qui ont été appréciés par plusieurs. Enfin, l'analyse des notes en regard des données sociodémographiques et des habitudes de consommations des panélistes n'a montré aucun lien entre ces données, confirmant que l'appréciation des vins était très variable d'un panéliste à l'autre. Une seule corrélation significative a été trouvée, de façon anecdotique, entre les notes données aux vins et l'origine ethnique : le seul panéliste d'origine indienne participant au panel a systématiquement apprécié la plupart des vins dégustés...

Tableau 4. Résultats de l'analyse hédonique (échelle de 1 à 9) des vins (n=69 panélistes).

Vin	Origine	Note moyenne	Intervalle (note la plus basse - note la plus haute)
157	Québec	4.8 abcde	1-8
165	Québec	4.2 abcd	1-8
245	Québec	4.1 abcd	1-7
246	Québec	4.6 abcde	1-8
275	Québec	5.5 e	1-9
287	Québec	4.3 abcd	1-9
299	Québec	4.9 abcde	1-9
360	Italie	5.2 bcde	1-9
432	Québec	4.4 abcde	1-9
446	Québec	4.1 abc	1-8
465	Québec	4.5 abcde	1-8
539	France	4.2 abcd	1-8
543	Québec	4.4 abcde	1-9
547	Québec	5.2 bcde	1-9
576	Québec	3.9 a	1-8
620	France	4.8 abcde	1-8
635	Québec	3.9 a	1-9
643	Québec	4.0 ab	1-8
689	Québec	5.2 bcde	1-9
724	Québec	4.8 abcde	1-9
850	Québec	5.3 cde	1-9
935	Québec	5.4 de	1-9
978	Québec	4.4 abcde	1-9
995	Québec	5.1 bcde	1-9

3.3 Analyse descriptive

Les vins ont été analysés selon 20 descripteurs préalablement choisis par les panélistes au cours de dégustations préliminaires à l'aveugle de quelques échantillons. Parmi ces descripteurs, quatorze ont été présents chez plus de 50% des échantillons et ont été conservés pour l'analyse statistique en composante principale (Figure 1). Cette analyse a montré que les vins ayant reçu les scores les plus élevés lors de l'analyse hédonique présentaient souvent des notes de caramel, de vanille et de torréfié, de même que des notes de fruits noirs et une certaine sucrosité. Les descripteurs correspondant aux vins les moins appréciés n'ont pu être clairement établis, en partie parce que les différences entre les scores, bien que significatives, étaient relativement faibles. Cependant, l'analyse en composante principale suggère que les vins ayant reçu un score inférieur à 4.5/9 (en grande partie localisés dans la partie inférieure du graphique), auraient davantage de notes de fruits secs, de terre et d'épice, de même qu'un peu plus d'amertume et un côté alcooleux.

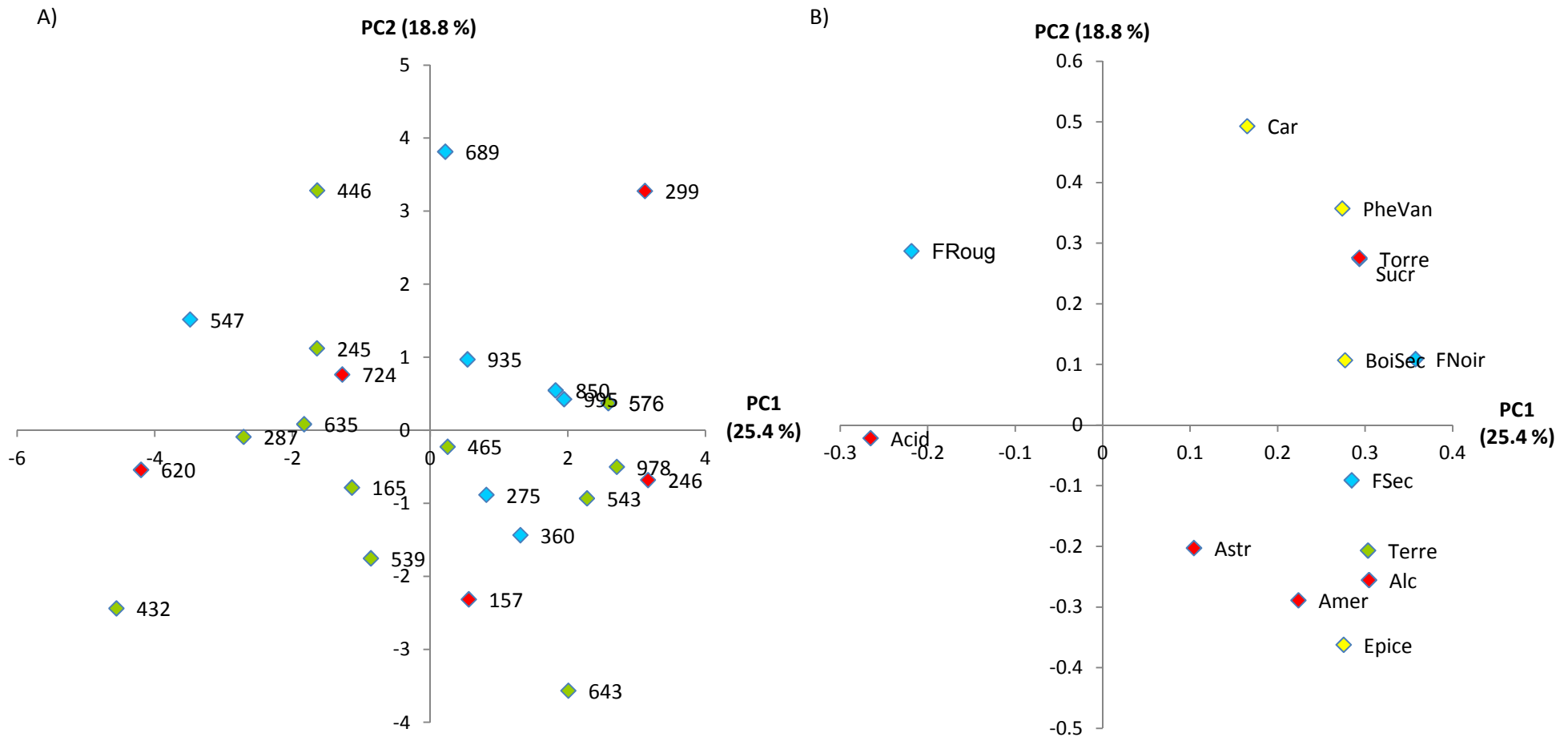


Figure 1. Analyse en composante principale des vins (A : en bleu, vins notés ≥ 5.0 ; en rouge, vins notés de 4.6 à 5.0, en vert, vins notés ≤ 4.5) caractérisés par analyse sensorielle à l'aide de 14 descripteurs (B) : fruits rouges (FRoug), fruits noirs (FNoir), fruits secs (FSec) (en bleu); bois sec (BoiSec), phénolique/vanille (PheVan), torréfié (Torre), épicé (Epice), caramel (Car) (en jaune); terreux (Terre) (en vert) ; sucré (Sucr), acide (Acid), amer (Amer), astringent (Astr), alcooléux (Alc) (en rouge). Les numéros des échantillons réfèrent aux vins décrits au tableau 1.

3.4 Analyses chimiques

L'analyse du pH et de l'acidité titrable des vins inclus dans ce projet a montré des valeurs relativement standards, bien que certains vins aient montré des pH assez élevés (3.9 – 4.1), tandis que l'acidité titrable a dépassé 9 g éq. acide tartrique/L dans l'échantillon no 446, qui avait toutefois, au goût, un taux de sucre résiduel plus élevé que les autres vins (Tableau 5). L'analyse des composés phénoliques a montré des taux d'esters hydroxycinnamiques, de flavonoïdes et d'anthocyanes dans la normale, à l'exception des vins no 446, 543 et 643, qui ont montré des concentrations plus élevées en esters hydroxycinnamiques.

Tableau 5. Paramètres technologiques (pH, acidité titrable, glycérol) et teneurs en différents composés phénoliques (esters hydroxycinnamiques, flavonoïdes, anthocyanes) dans les vins sélectionnés.

Vins	pH	Acidité titrable (g éq. ac. tartrique/L)	Esters hydroxycinnamiques (mg éq. ac. caféique/L)	Flavonoïdes (mg éq. quercétine/L)	Anthocyanes (mg éq. malvidine-3-glycoside/L)
157	4.12	5.58	201	136	173
165	3.62	6.15	156	75	142
245	3.83	7.14	338	137	169
246	3.91	6.34	174	108	159
275	3.69	6.26	191	86	56
287	3.21	8.36	250	144	66
299	3.90	7.26	249	173	161
360	3.52	6.03	nd	nd	nd
432	3.55	7.98	131	109	191
446	3.71	9.05	434	346	192
465	3.92	5.88	285	131	91
539	3.64	5.58	248	89	119
543	4.07	6.19	437	279	202
547	3.32	8.29	340	142	150
576	3.73	6.30	274	215	202
620	3.49	6.26	nd	nd	nd
635	3.56	8.17	116	67	145
643	3.51	6.84	522	175	194
689	3.75	5.69	201	98	146
724	3.88	7.71	330	231	144
850	3.67	7.52	202	89	117
935	3.71	5.84	298	166	191
978	3.52	6.61	320	270	213
995	3.91	6.72	234	134	189

L'analyse des profils aromatiques a permis de quantifier 43 composés volatiles mais seulement 32 d'entre eux ont été conservés pour les analyses statistiques, les autres n'étant pas détectés ou encore sous la limite de quantification. En particulier, la 2-aminoacetophenone et l'antranilate de méthyle, connus pour leur implication dans les arômes dit « foxés » des vins issus de cépages hybrides, ont été peu ou pas détectés chez la plupart des vins. En outre, l'analyse de certains vins par olfactométrie a permis de déterminer l'importance relative de certains composés tels que l'isoamyl alcohol, les petits esters d'acides gras (ethyl butyrate, ethyl 2-methylbutanoate, ethyl isovalerate), du 2-phényléthanol et du 4-éthylphénol dans le profil aromatique des vins. D'autres composés tels que l'acide acétique, l'ethyl octanoat, la β -ionone, l'acide sorbique et le propanol, non calibrés ou sous les limites de détection de notre méthode actuelle, ont également été identifiés par olfactométrie, ce qui suggère qu'ils contribuent de façon significative à l'arôme des vins québécois. Les analyses de ce côté devront toutefois être complétées.

Les principaux composés identifiés dans les profils aromatiques ont été l'isoamyl alcohol, l'éthyl lactate, la butyrolactone, trois composés principalement issus de la fermentation, et le 2-phényléthanol, issu du raisin, mais libéré lors de la fermentation par l'activité enzymatique de la levure. Parmi les terpènes, seuls le β -myrcène, le linalool et la β -damascenone étaient présents en quantité significative. D'autres terpènes tels que le limonène et le citronellol ont toutefois été observés dans les chromatogrammes et seront quantifiés ultérieurement. Plusieurs composés habituellement liés au vieillissement en fût de chêne ont été détectés chez les vins, tels que les deux isomères de l'oak lactone, l'eugénol (aussi lié à la présence de Sabrevois, même sans chêne) et l'éthyl vanillate (détecté sous sa limite de quantification dans la plupart des vins). Enfin, la présence non négligeable de phénols volatils tels que le 4-éthylphénol, de 4-vinylguaiacol et d'éthylguaiacol (non quantifié) a été remarquée chez plusieurs vins. La présence de ces composés est normalement liée à une contamination microbiologique, principalement par les levures du genre *Brettanomyces*, et bien que ces arômes puissent être recherchés par certains consommateurs, ils sont souvent vus comme un défaut. Parmi les vins où ces composés ont été trouvés en concentration assez élevée, on trouve la Charmoise (no 539), un vin français largement distribué et vendu au Québec.

Afin de mieux comprendre le lien entre l'analyse descriptive des vins et l'analyse chimique, des corrélations ont été effectuées entre les variables pertinentes à chaque analyse (Tableau 7). Au niveau de la perception en bouche, l'acidité était évidemment inversement corrélée avec le pH (donc, plus le pH est bas, plus la perception d'acidité augmente) mais aussi positivement corrélée avec la concentration d'hexyl acétate dans le profil aromatique, un composé issu, lors de la fermentation, de la transformation des composés en C₆ (hexanal, *cis*-3-hexenol, *trans*-2-hexenal, hexanol acide hexanoïque, etc.) présents dans les moûts (Dennis *et al.*, 2012). La corrélation négative de l'hexyl acetate avec la perception de sucré renforça la possibilité que cet arôme influence la perception générale de la balance sucre/acidité dans les vins. L'hexyl acetate est généralement décrit comme ayant un arôme agréable de fruits rouges (Dennis *et al.*, 2012) ; il n'est pas impossible qu'il y ait un lien entre cet arôme et la perception d'acidité dans les fruits rouges. La perception d'alcool dans les vins a également été corrélée avec une plus forte concentration en terpènes tels que le linalool et le géraniol (présent chez quelques vins seulement). Ces composés augmentent dans le raisin avec la maturité, ce qui concorde avec un taux de sucre généralement plus élevé. Enfin, l'astringence a été positivement corrélée avec la concentration en hexanol des vins analysés. Bien que ce composé ait un arôme

Tableau 6. Profil aromatique des vins sélectionnés, analysé par chromatographie en phase gazeuse couplée à un spectromètre de masse et à un microextracteur en phase solide (GC-MS-SPME).

Composés (µg/L)	Vins																					
	157	165	245	246	275	287	299	432	446	465	539	543	547	576	635	643	689	724	850	935	978	995
Ethyl isobutyrate	334	n.d. ¹	87	n.d.	137	n.d.	20	44	599	n.d.	n.d.	LOQ	186	546	179	196	85	n.d.	95	50	n.d.	28
Ethyl butyrate*	160	173	147	187	119	208	169	181	471	154	171	121	225	120	190	225	128	270	215	158	193	95
Ethyl 2-methylbutyrate*	11.6	11.6	8.2	9.1	8.6	12.0	12.3	10.5	26.9	8.5	10.1	n.d.	15.4	17.1	12.1	10.4	n.d.	13.5	11.8	11.2	18.5	n.d.
Ethyl isovalerate*	24.3	25.7	18.4	11.3	20.1	22.0	19.2	20.7	42.8	17.8	17.6	13.1	24.5	46.4	21.0	25.0	13.1	20.0	24.3	16.8	42.2	95.4
Isoamyl acetate	191	LOQ	LOQ	LOQ	LOQ	73.8	LOQ	LOQ	LOQ	LOQ	LOQ	LOQ	LOQ	LOQ	LOQ	LOQ	LOQ	LOQ	LOQ	LOQ	LOQ	241
β-myrcene	1.52	0.67	0.21	0.59	0.09	LOQ	0.45	LOQ	0.06	n.d.	0.09	0.48	0.08	0.11	LOQ	0.22	0.29	1.02	0.46	0.26	0.5	1.91
Isoamyl alcohol*	366 500	16 370	294 550	270 710	270 540	385 726	267 604	214 305	423 059	307 824	270 073	277 578	362 716	381 131	273 786	373 458	165 533	358 542	315 236	LOQ	421 111	273 016
Ethyl hexanoate*	LOQ	137.47	0.95	50.18	46.81	117.11	71.86	116.65	138.88	LOQ	13.88	LOQ	129.3	LOQ	144.51	219.89	129.97	99.22	68.53	LOQ	71.27	LOQ
Hexyl acetate	8.22	14.56	13.42	6.79	8.76	22	8.82	19.9	9.81	LOQ	6.44	8.93	10.42	8.93	8.14	11.27	0.56	4.19	14.24	6.91	7.6	17.61
Acétoïne	1529.6	19853	18122	12937	162630	106890	6478.97	7186.2	7360.3	n.d.	3588.83	4450.5	30269	4010.5	12403	n.d.	15610	n.d.	149105	33023	28399	n.d.
Ethyl lactate	74 077	177 509	156 006	177 436	149 083	225 153	195 413	126 692	371 954	137 950	122 739	92 095	205 335	115 148	171 747	224 107	104 650	372 095	219 962	108 641	259 586	127 687
Hexanol	734.36	3865.3	1973.5	2027.6	2225.7	382.67	2308.05	3716.1	1075.5	315.09	LOQ	2398.3	970.02	2230.5	1935.4	1907.6	609.26	772.48	2456.9	659.94	2616.7	1987.03
Linalool	34.6	13.96	9.85	17.8	5.42	1.5	12.0	1.02	12.2	4.86	10.2	5.21	7.15	13.1	2.57	3.97	4.43	19.5	11.9	5.16	16.8	17.6
Butyrolactone	5 801	2 894	4 629	1 610	3 909	2 474	3 766	0	4 526	2 745	4 472	3 137	2 958	4 702	1 103	2 509	500	4 199	2 728	3 503	4 095	2 608
Ethyl 3-hydroxyhexanoate	54.1	48.0	93.1	n.d.	92.2	35.3	65.9	49.8	89.9	68.2	73.7	33.5	81.8	53.5	76.3	58.1	118.3	120.5	68.2	26.4	51.0	77.7
Methyl salicylate	LOQ	LOQ	LOQ	LOQ	LOQ	LOQ	LOQ	LOQ	LOQ	LOQ	LOQ	LOQ	LOQ	LOQ	LOQ	LOQ	LOQ	LOQ	3.82	LOQ	LOQ	LOQ
Ethyl Phenylacetate	LOQ	LOQ	LOQ	LOQ	LOQ	LOQ	LOQ	LOQ	LOQ	LOQ	LOQ	LOQ	LOQ	LOQ	LOQ	LOQ	LOQ	LOQ	LOQ	LOQ	LOQ	LOQ
Phenethyl acetate	LOQ	LOQ	1.82	LOQ	LOQ	18.67	LOQ	LOQ	13.49	LOQ	1.8	LOQ	LOQ	LOQ	LOQ	LOQ	LOQ	LOQ	0.39	LOQ	LOQ	LOQ
β-damascenone	1.81	0.88	1.4	1.02	0.77	3.69	2.03	0.9	1.7	2.01	1.05	1.54	2.19	1.04	2.11	1.88	0.57	1.84	1.04	1.21	1.47	1.75
Acide hexanoïque	494	930	605	719	688	663	594	1011	640	693	672	518	802	667	917	887	911	781	691	469	676	568
cis-oak lactone	0.96	6.36	n.d.	8.22	0.56	n.d.	47.47	3.93	39.19	6.14	n.d.	n.d.	26.74	22.08	7.21	n.d.	23.43	26.34	53.74	3.83	3.68	24.87
2-phenylethanol*	20 315	15 047	18 915	16 629	14 190	20 751	14 160	5 960	23 276	14 593	12 293	16 259	21 794	17 670	13 400	22 512	9 034	20 000	15 612	17 341	15 440	12 831
trans-oak lactone	1.45	8.38	0.9	11.31	1.93	1.55	91.51	5.6	109.74	6.84	0.36	1.17	28.78	18.51	9.35	0.95	65.39	102.17	71.8	6.11	3.22	79.15
Ethyl cinnamate	n.d.	1.49	1.86	2.1	1.93	1.68	1.87	1.61	2.18	1.58	2.09	1.84	1.88	1.65	2.23	2.01	1.53	1.6	1.68	1.6	1.48	1.67
Eugenol	LOQ	2	3.69	9.01	3.68	0.85	9.6	4.4	n.d.	5.17	n.d.	0.92	10.49	6.15	8.37	33.26	1.55	12.55	7	0.17	1.7	5.73
4-ethylphenol*	LOQ	n.d.	n.d.	LOQ	n.d.	n.d.	n.d.	84.96	59.97	39.8	241.67	LOQ	LOQ	646.69	195.85	n.d.	LOQ	102.1	215.46	LOQ	n.d.	n.d.
4-vinylguaiacol	n.d.	4.06	n.d.	13.41	6.34	n.d.	n.d.	5.77	n.d.	3.44	8.12	n.d.	10.45	6.33	21.64	n.d.	12.21	3.93	8.96	n.d.	n.d.	n.d.

¹ n.d. : non détecté

² LOQ : détecté mais non quantifié car sous la limite de quantification.

*Composés détectés par olfactométrie.

Tableau 7. Corrélations significatives trouvées entre les descripteurs sensoriels et les données chimiques des vins sélectionnés.

	Descripteur sensoriel	Composé	r ²	Note
Perception en bouche	Acide	hexyl acetate	0.6977	Lié à la concentration de composés en C ₆ (hexanal, <i>cis</i> -3-hexenol, <i>trans</i> -2-hexenal, hexanol acide hexanoïque, etc.) dans le moût (Dennis <i>et al.</i> , 2012).
		pH	-0.5097	Lié à la maturité du raisin
	Sucré	hexyl acetate	-0.5691	Lié à la concentration de composés en C ₆ dans le moût.
	Alcooleux	géraniol	0.5703	Liés à la maturité du raisin (les raisins plus matures ont généralement davantage de terpènes et de sucres, ce qui donnera un vin plus alcoolisé)
		linalool	0.5855	
	Astringent	β-ionone	-0.5051	Présent en traces dans le raisin, mais perceptible à très faibles concentrations.
hexanol		0.5323	Présent dans le raisin, mais augmente pendant la fermentation, notamment par réduction de l'hexanal. Les deux (hexanol et hexanal) sont trouvés en grande quantité chez Marquette (Pedneault <i>et al.</i> , 2013).	
Descripteurs aromatiques	Fruits noirs	Acide hexanoïque	-0.5794	Présent dans le raisin, notamment chez Marquette (Pedneault <i>et al.</i> , 2013).
	Fruits du verger	Eugénol	0.6990	Composé généralement perçu comme étant fumé.
	Fruits artificiels	Butyrolactone	0.5534	Produit de fermentation.
		Eugénol	-0.5039	
	Bois sec	Anthocyanes (couleur)	0.6640	Possiblement liés aux goûts herbacés liés à une extraction importante de couleur, notamment en macération préfermentaire (Ribéraud-Gayon <i>et al.</i> , 2006).
		Flavonoïdes totaux	0.6532	
	Épicé	Acidité titrable	-0.5581	
	Balsamique	Ethyl 2-methylbutanoate	-0.5146	Produit de fermentation, mais présent dans le moût de Sabrevois
	Résineux	Acidité titrable	-0.5646	Produit de fermentation, mais présent dans le moût de Sabrevois
		Ethyl butanoate	-0.6363	
	Phénolique/Vanille	<i>cis</i> -oak lactone	0.6662	Extraits lors du vieillissement sur chêne
		<i>trans</i> -oak lactone	0.6433	
	Caramel	<i>cis</i> -oak lactone	0.6496	Extraits lors du vieillissement sur chêne
		<i>trans</i> -oak lactone	0.6026	
	Terreux	Acidité titrable	-0.5738	
pH		0.6428		
Phenylethylacetate		-0.5800	Composé floral, issus de raisin et donc possiblement lié à la maturité ou au cépage.	

plutôt herbacé, sa contribution à l'arôme globale des vins est généralement mineure car son seuil de perception olfactive est très élevé.

L'acidité titrable a été inversement corrélée à la perception des notes d'épice, de résineux et de terreux dans les vins tandis que le pH a également positivement corrélé avec la perception de notes terreuses. Il est connu que l'équilibre acido-basique du vin affecte la perception des arômes ; inversement, nos données suggèrent que les perceptions d'acidité et de sucré sont être affectées par la concentration d'hexyl acétate.

Les notes fruitées ont été corrélées à la teneur en acide hexanoïque, en eugénol et en butyrolactone. L'eugénol semble avoir un rôle significatif dans la perception de notes fruitées car il augmente les « fruits du verger » (pommes, poires) mais diminue la perception de notes de « fruits artificiel ». Bien que trouvé naturellement dans le Sabrevois, l'eugénol est habituellement extrait du chêne américain et apporte un côté fumé aux vins.

Les anthocyanes et en flavonoïdes (des composés phénoliques) sont extraits principalement des pellicules du raisin et il est connu que de longues macérations pelliculaires amènent des goûts herbacés dans les vins (Ribéraud-Gayon *et al.*, 2006), ce qui pourrait expliquer le lien trouvé entre la perception de notes de bois sec et la teneur en anthocyanes et en flavonoïdes (des composés phénoliques) dans les vins. Il faut voir cependant à quel point ce descripteur correspond à « herbacé » ou plutôt à des arômes de « bois ». Concernant les arômes issus du chêne, c'est sans surprise que les notes de phénolique/vanille et de caramel ont été positivement corrélées avec la teneur en *cis*- et *trans*-oak lactones, deux composés extraits lors du vieillissement sur bois et connus pour avoir des seuils de perception olfactifs assez faibles.

4. Conclusion

Ce projet a permis d'obtenir les premières données sur l'appréciation des vins québécois par les consommateurs et de caractériser pour la première fois des vins du Québec par analyse sensorielle descriptive, par olfactométrie et par GC-MS-SPME. Les résultats ont montré que les vins québécois les mieux perçus par les consommateurs présentaient souvent des notes de caramel, de vanille et de torréfié, de même que des notes de fruits noirs et une certaine sucrosité. Au contraire, les vins moins appréciés auraient davantage de notes de fruits secs, de terre et d'épice, de même qu'un peu plus d'amertume et un côté alcooleux.

L'analyse du profil aromatique et des composés phénoliques a permis un début d'éclaircissement des composés impliqués dans la perception de différents descripteurs ; l'origine et la modulation potentielle de ces composés en viticulture ou au chai pourrait permettre d'augmenter encore la qualité des vins québécois et d'éventuellement répondre de façon plus précise aux demandes du consommateur. Il serait intéressant de reprendre cette étude avec des vins issus de différents cépages et surtout un plus large échantillonnage de vins sélectionnés selon différents critères afin de pousser davantage l'analyse des résultats et de mieux cerner les critères de qualité recherchés par les consommateurs lorsqu'ils consomment les vins d'ici, pour les cépages majeurs du Québec.

5. Remerciements

Ce projet a été conduit grâce au financement du programme TRANSAQ-Soutien aux boissons artisanales du Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation (MAPAQ) du Gouvernement du Québec, ainsi qu'à la participation financière et en nature (vin) des vignobles commerciaux qui ont accepté de participer (nous ne les nommons pas ici, par souci d'anonymat des données). Un remerciement spécial à M. André Caron, directeur au Développement des cours aux clientèles externes et Alcools du terroir de la Société des Alcools du Québec, qui a accepté de fournir gracieusement les vins internationaux inclus dans cette étude.

Nous remercions chaleureusement le Dr Paul Angers, professeur titulaire au département des Sciences des aliments et de nutrition de l'Université Laval, grâce à qui nous avons été en mesure de réaliser nos analyses. Nous remercions également l'association Vignobles Brome-Missisquoi, plus précisément M. Léon Courville, M. Denis Paradis et Mme Nathalie Tousignant, qui ont aidé au développement et au bon succès de ce projet.

Un immense merci aux sommeliers (Arnaud Malone, Olivier Fortin, Kler-Yann Bouteillier), aux professionnels et aux amateurs enthousiastes ayant accepté de participer aux analyses descriptives. C'est avec plaisir qu'ils ont pu découvrir l'identité de nos échantillons après la fin des analyses. Un merci particulier à ceux qui se sont prêtés à l'exercice fastidieux des analyses en olfactométrie : Catherine Barthe, Arnaud Malone et David Rochette. Enfin, un grand merci aux quelques soixante-dix panélistes, connaisseurs ou non, qui ont donné un peu de leur temps pour goûter à nos échantillons.

6. Références

- Amerine, M. A.; Ough, C. S. *Methods for Analyses of Musts and Wines*. John Wiley and Sons: New York, NY, 1980; 341 p.
- Dennis, E.G.; Keyzers, R.A., Kalua, C.M., Maffei, S.M., Nicholson, E.L., Boss, P.K. (2012) Grape contribution to wine aroma: Production of hexyl Acetate, octyl acetate, and benzyl acetate during yeast fermentation is dependent upon precursors in the must. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60, 2638–2646.
- Girard, B., Fukumoto, L., Mazza, G., Delaquis, P., Ewert, B. (2001) Volatile terpene constituents in maturing Gewürztraminer grapes from British Columbia, *American Journal of Enology & Viticulture*, 53: 99–109.
- Jackson, R. (2009) *Wine Tasting: A Professional Handbook*, 2^{ième} édition. Academic Press: Burlington, États-Unis, 512 p.
- Noble, A.C., Arnold, R.A., Buechsenstein, J., Leach, E.J., Schmidt, J.O., Stern, P.M. (1987) Modification of a standardized system of wine aroma terminology. *American Journal of Enology & Viticulture*, 38: 143–146.
- Pedneault, K., Dorais, M., Angers, P. (2013) Flavor of Cold-Hardy Grapes: Impact of Berry Maturity and Environmental Conditions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*; DOI: <http://dx.doi.org/10.1021/jf402473u>
- Ribéreau-Gayon, P.; Glories, Y.; Maujean, A.; Dubourdieu, D. (2006) *Handbook of Enology, Vol. 2: The Chemistry of Wine, Stabilization and Treatment*. John Wiley & Sons: Chichester, UK, 441 p.