

2012-2013

DUT Génie biologique – Option ABB

A photograph showing a collection of small glasses filled with various shades of rosé wine, ranging from light pink to deep red. The glasses are arranged in a somewhat overlapping, circular pattern.

Etude de l'équilibre sucre/acide des rosés secs de Loire

Meslet Léa ▶

Institut Français de
la Vigne et du Vin

Maître de stage : M. Chrétien Philippe

Tuteur pédagogique : Mme Bouvier Lydie



ENGAGEMENT DE NON PLAGIAT

Je, soussigné(e) Mademoiselle Léa Meslet déclare être pleinement conscient(e) que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiée sur toutes formes de support, y compris l'internet, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée. En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour écrire ce rapport ou mémoire.

signé par l'étudiant(e) le **14 / 06 / 2013**

LEA MESLET

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont entourée durant ce stage.

Merci à Monsieur Etienne Goulet, directeur de l'IFV Angers, pour m'avoir accueillie au sein de cette structure et conseillée lors des matinées stagiaires organisées pour l'entraînement à la présentation orale.

Un remerciement particulier à Monsieur Philippe Chrétien qui, en qualité de maître de stage, m'a encadré, accompagné et qui m'a transmis son savoir tout au long de cette expérience professionnelle.

Je remercie également Madame Jocelyne Marsault, Monsieur Christophe Grelier et Monsieur Estéban Fortin pour m'avoir enseigné leur savoir technique et apporté des informations précieuses à la rédaction de mon rapport.

Enfin, je remercie plus généralement le personnel de l'IFV d'Angers et de l'Unité Vigne et Vin de l'INRA pour leur accueil, leur gentillesse et leur bonne humeur. Un merci tout particulier à Madame Virginie Grondain, Monsieur Eugène Tcaciuc, Monsieur Thomas Caye, Monsieur Théo Petitjean et Monsieur Michel Cosneau sans qui ce stage n'aurait pas été si convivial.

Sommaire

GLOSSAIRE	1
PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL.....	1
1. L'Institut Français de la Vigne et du Vin.....	1
1.1. Missions et activités.....	1
1.2. L'IFV Angers.....	1
INTRODUCTION	3
1. Présentation de l'étude	3
1.1. Contexte.....	3
1.2. Problématique:	3
1.3. Objectifs:	4
MATERIEL ET METHODES:	4
1. Protocole expérimental :	5
2. Les modalités	5
3. Les analyses physico-chimiques.....	8
3.1. Analyses colorimétriques :	10
3.1.1. Analyses par spectrophotométrie :	10
3.1.2. Analyses par chromamétrie (colorimétrie) :	10
3.1.3. Analyses grâce à un nuancier :	12
3.1.4. Correction à l'éthanal :	12
3.1.5. Détermination de l'indice de polyphénols total (IPT) :	14
3.2. Les dosages	15
3.2.1. Dosage du SO ₂ libre et du SO ₂ total :	15
a) Dosage du SO ₂ libre :	17
b) Dosage du SO ₂ total :	17
3.2.2. Détermination du titre alcoométrique volumique (TAV):	17
3.2.3. Détermination du pH :	19
a) Principe :	19
a) Mesure:	19
3.2.4. Détermination de l'acidité totale (AT) :	19
a) Principe:	20
b) Mesure.....	20
4. Traitement des résultats de dégustation.....	20
RESULTATS ET INTERPRETATION:	21
1. Résultats et interprétation des analyses physico-chimiques avant dégustation.....	21
1.1. Les dosages	21
1.2. Analyses de couleur.....	23
2. Résultats et interprétation des dégustations	25
2.1. Dégustation de la série de vins issus du grolleau noir seul	25
2.1.1. Etude de l'impact des modalités désacidifiantes	27
2.1.2. Etude de l'impact des modalités masquantes	27
2.1.3. Etude de l'impact de l'ajout de sucres.....	29

2.1.4.	Groupes de tendances.....	29
2.2.	Dégustation de la série de vins issus de l'assemblage GN+CF.....	31
2.2.1.	Impact des modalités désacidifiantes.....	31
2.2.2.	Impact des modalités masquantes	33
2.2.3.	Groupes de tendances.....	33
CONCLUSION		35
BIBLIOGRAPHIE.....		1
TABLE DES ILLUSTRATIONS.....		3
TABLE DES TABLEAUX		3
TABLE DES ANNEXES.....		4

Tableau récapitulatif des volumes de moûts récupérés chez le viticulteur et des volumes de vin prévus 1
 Définition des descripteurs pour évaluer les vins rosés secs de Loire 2

Glossaire

Acidité volatile : L'acidité volatile des se constitue essentiellement d'acide acétique et, en plus petites quantités, d'acides propionique et butyrique. Au-delà d'une certaine teneur en acidité volatile les vins sont destinés à la vinaigrerie. (Ainsi, les vins AOC vendus au détail ne doivent pas contenir plus de 1g d'H₂SO₄/L.)

AOC : Appellation d'origine contrôlée. S'applique à certains produits alimentaires pour en garantir l'authenticité et l'origine géographique.

Assemblage (de vins) : Technique qui consiste à mélanger des vins qui proviennent de différents vignobles, cépages ou cuves.

Astringence : Propriété que donnent certains tannins à dessécher la bouche.

Cépage : variété de vigne, souvent propre à une région. Ainsi le Gamay est par exemple plus utilisé en Touraine.

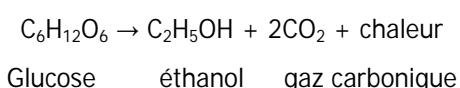
Débourbage : Action d'éliminer les bourbes : déchets solides présents dans les moûts après pressurage des raisins. Ces bourbes sont les pellicules, les pépins et autres déchets de vigne.

Elevage d'un vin : Ensemble des opérations depuis la fin de la fermentation alcoolique (ou fermentation malolactique) jusqu'à la mise en bouteilles qui visent à stabiliser le vin, le clarifier et favoriser l'émergence d'arômes. On peut citer :

- Le collage : On ajoute au vin une substance protéique appelée colle (ex : caséine pour les vins blancs) qui, en coagulant au contact des tanins, a pour effet d'emprisonner et de faire précipiter les particules en suspension dans le vin. Cette opération prépare au filtrage.
- La centrifugation ou le filtrage : deux méthodes de clarification, on élimine les particules présentes dans le vin (précipitées après collage).
- Le soutirage : Cette opération consiste à faire passer le vin d'un contenant à un autre pour qu'il se débarrasse de ses lies et de son gaz carbonique. C'est souvent le moment choisi pour assembler certains vins.

Elevage sur lies (d'un vin) : Technique qui consiste à éléver un vin plusieurs mois sans le séparer de ses lies. Grâce au bâtonnage : remise en suspension grâce à un bâton des lies du vin favorisant ainsi l'autolyse des levures et ainsi la libération dans le vin de polysaccharides et autres composés aromatiques ; le vin gagne en rondeur, en arômes et donc en complexité gustative. Il faut procéder au bâtonnage assez régulièrement, en moyenne une fois par semaine.

Fermentation alcoolique (FA) : Elle est déclenchée par l'ensemencement du vin avec une flore levuriennne spécifiquement sélectionnée. Les sucres originels du jus de raisin (glucose + fructose) vont alors se transformer en alcool (éthanol) d'après l'équation suivante :



Cette équation de la fermentation alcoolique est donnée par Gay-Lussac en 1815.

D'une manière générale, 16,83g de sucres sont nécessaires pour produire 1°C d'éthanol.

Le choix de la levure est ici déterminant car son efficacité conditionnera le rendement de la fermentation alcoolique, étape primordiale de la vinification. C'est grâce à la FA que l'on passe du moût au vin.

FML : Fermentation malolactique (définition : cf Modalité 4)

InterLoire : Entreprise, autrement appelée « Interprofession des vins de Loire » qui a pour mission de défendre et développer les différentes appellations créées en Anjou, dans le Nantais, dans le Saumurois et en Touraine et ainsi développer la qualité de ses vins et pouvoir s'orienter vers une harmonisation des techniques viticoles à l'échelle régionale.

Itinéraire de vinification : Se dit du procédé de vinification utilisé pour réaliser un vin. On définit les différentes étapes de la vinification : de la vendange à la mise en bouteilles.

Lies (d'un vin) : Dépôt qui s'est formé à la suite de la fermentation alcoolique (FA) et éventuellement de la fermentation malolactique (FML). Elles sont principalement formées de levures, bactéries et composés organiques précipités et floculés. Elles sédimentent généralement au fond du contenant de vinification (cuve). Certains vins bénéficient d'un élevage sur leurs lies en fin de FA.

Moût : jus de raisin non encore fermenté obtenu par pressurage, c'est-à-dire éclatement des baies le but étant d'extraire le jus des grains de raisin. Ce moût est destiné à produire du vin par fermentation alcoolique.

Œnologie : Science et technique de fabrication et de conservation du vin (l'internaute)

Rondeur (d'un vin) : Impression tactile que laisse le vin en bouche. Lorsqu'un vin est rond c'est qu'il possède une souplesse en bouche, il a, de plus, une certaine viscosité (gras).

Tanin : Un des principaux types de molécules rencontré dans les vins. Ils proviennent des pépins et de la peau des raisins. Ils confèrent aux vins leur caractère de longévité et produisent un effet astringent lors de leur dégustation.

Vinification : Procédé de fabrication d'un vin.

[18], [19], [20], [21]

Présentation de la structure d'accueil

1. L'Institut Français de la Vigne et du Vin

1.1. Missions et activités

J'ai effectué mon stage de fin de DUT à L'Institut Français de la Vigne et du Vin (IFV) d'Angers basé dans les locaux de l'INRA à Beaucouzé. L'IFV est l'organisme technique au service de l'ensemble des acteurs de la filière viti-vinicole. Il est le fruit de la fusion, en 2007 de l'Etablissement National Technique pour l'Amélioration de la Viticulture (ENTAV) et l'Institut Technique de la Vigne et du Vin (ITV France).

L'arrêté interministériel du 12 mars 2007 précise que l'Institut Français de la Vigne et du Vin, centre technique, régi par le code de la recherche, « a pour **mission d'intérêt général de conduire des études de portée générale pour l'ensemble de la filière viti-vinicole**, dans les domaines de la sélection végétale, de la viticulture, de la vinification et de la mise en marché des produits. ». Pour se faire, les activités de l'IFV se déclinent en 3 départements techniques et scientifiques :

- Le département « Matériel végétal » dont l'objectif principal est de proposer à la filière viticole des variétés de vigne tolérantes aux maladies et adaptées au changement climatique en créant, sélectionnant et conservant de nouveaux clones de vigne.
- Le département « Vigne et Terroir » dont l'objectif est de favoriser la viticulture durable et compétitive en proposant de nombreuses solutions aux viticulteurs : alternative à la lutte chimique, valorisation des terroirs et paysages ou encore viticulture bio.
- Le département « Vin et Marché » chargé de répondre aux attentes des consommateurs et à l'évolution du marché national et mondial. Encore une fois de multiples solutions sont proposées : innovation sur les matériels œnologiques et sur le conditionnement, hygiène des locaux ou encore maîtrise des altérations du vin.

L'organisation générale de l'IFV est décrite par l'organigramme ci-après (figure 1)

A travers ces activités le but de l'Institut est donc d'appliquer les résultats de la recherche en les adaptant aux professionnels et techniciens de la filière et en favorisant l'innovation technique.

Le siège de l'IFV se situe au Domaine de l'Espiguette, au Grau du Roi.

L'institut national dispose également de sites expérimentaux présents dans l'ensemble des bassins viticoles. Ces sites, présentés ci-contre (figure 2), sont équipés de parcelles expérimentales, de halles technologiques, de chais pour mini-vinifications et de laboratoires d'analyses. [1]

1.2. L'IFV Angers

L'Institut Français de la Vigne et du Vin possède trois sites dans le Val de Loire-Centre: le premier à Tours, le second à Angers (Beaucouzé et Montreuil Bellay) aux côtés de l'INRA et le troisième à Nantes. En ce qui concerne mon stage, il s'est effectué sur le site d'Angers.

L'Institut Français de la Vigne et du Vin d'Angers est hébergé sur le site de l'INRA de Beaucouzé et cohabite avec l'Unité Vigne et Vin et la Cellule des Terroirs Viticoles. Il se compose de 7 personnes, dont une dédiée au matériel végétal, est basée dans le Domaine expérimental de Montreuil-Bellay. [1]

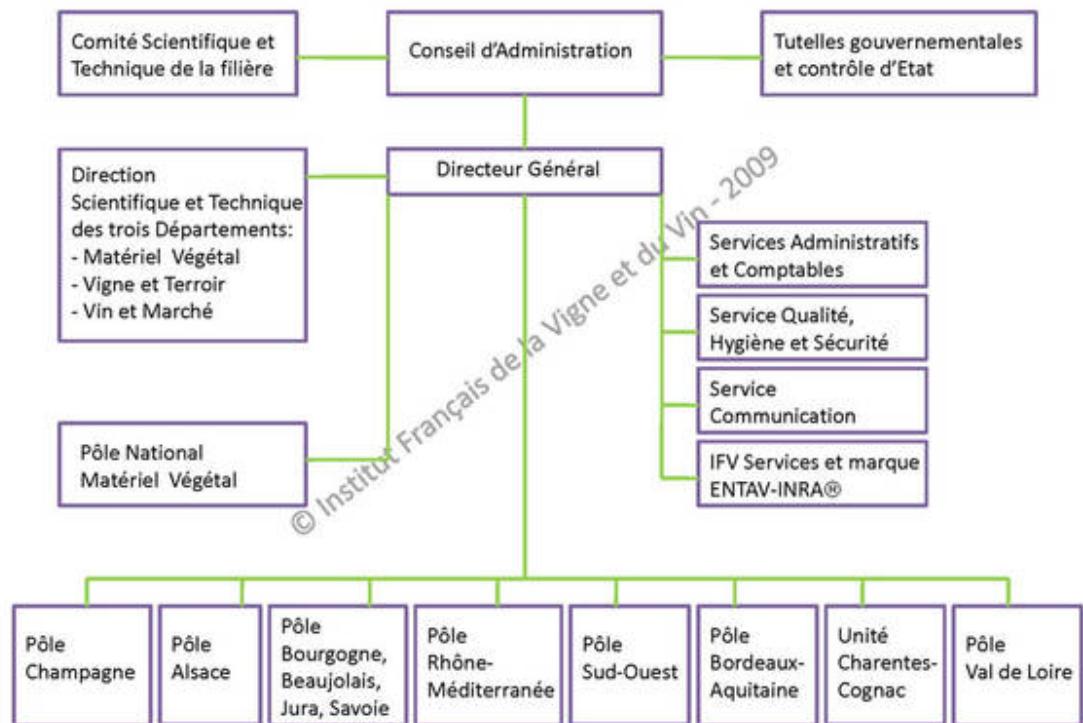


Figure 1 : Organigramme simplifié de l'IFV (www.vignevin.com)

2009

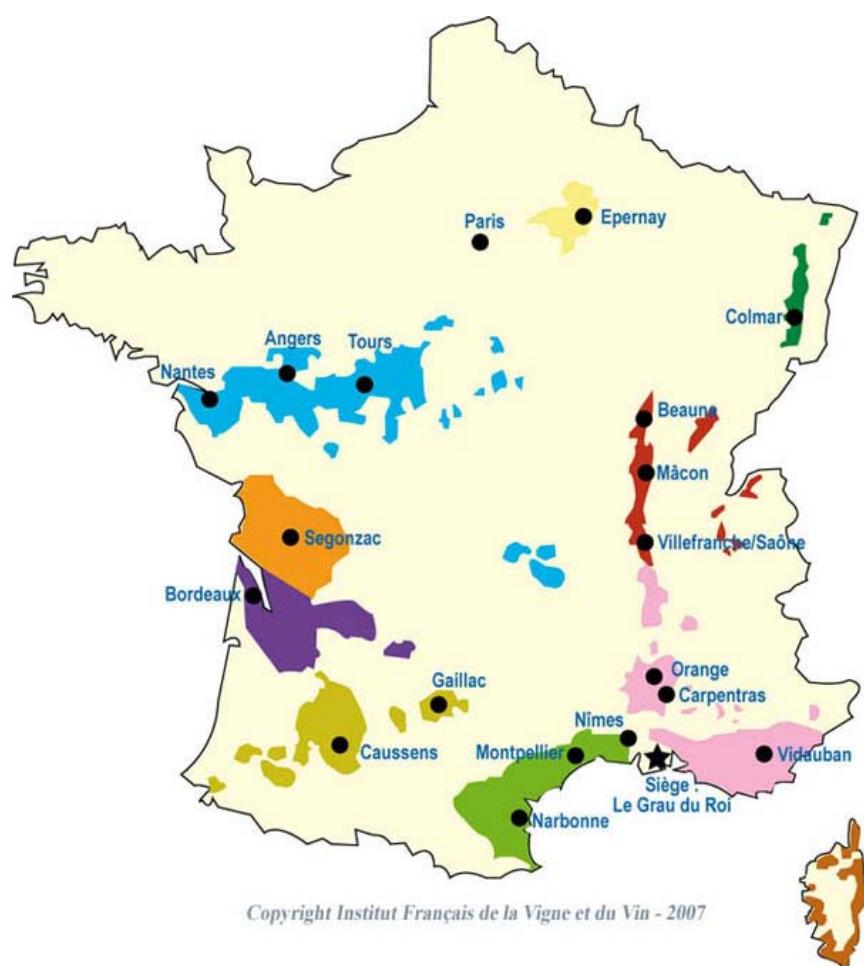


Figure 2 : Situation des différents IFV en France (www.vignevin.com)

Introduction

Durant ce stage à l'IFV j'ai travaillé sur le projet « étude de l'équilibre sucre/acide des vins secs: exemple des rosés ». Cette étude a été mise en place en Septembre 2011 et devrait s'achever en Septembre 2016 sauf nécessité contraire. C'est donc aujourd'hui sur les vins du premier millésime vinifié (2012) que mon travail se concentre.

1. Présentation de l'étude

1.1. Contexte

Le vignoble du Val de Loire est grand producteur de vins rosés, notamment de rosés demi-secs et moelleux tels que le Rosé d'Anjou ou le Cabernet d'Anjou (AOC) mais également de rosés secs tel que le Rosé de Loire (AOC). Alors que le Cabernet d'Anjou et le Rosé d'Anjou sont très appréciés par les consommateurs sur le plan national, le Rosé de Loire et autres rosés secs du Val de Loire occupent plutôt la fin du classement de l'appréciation des consommateurs français. Tel est le constat fait à la suite de la veille concurrentielle organisée par Interloire (2012) « Comment se positionnent les rosés de la Loire face à leurs concurrents sur le marché français ? ». Le consommateur, ainsi que les professionnels du vin, s'accordent à reprocher à ces vins une trop grande acidité et parfois un manque de rondeur (certains réclament la possibilité de conserver davantage de sucres résiduels) malgré leur caractère sec. C'est dans ce contexte qu'émerge la demande de certains viticulteurs du Val de Loire pour produire des vins au goût moins acide. [2]

1.2. Problématique:

La sucrosité des vins et plus particulièrement des vins secs est étudiée depuis peu. Le terme même de sucrosité est un néologisme que les dégustateurs utilisent de plus en plus pour décrire l'aptitude d'un vin à procurer une impression sucrée (Peynaud E., 1980).

D'après la réglementation Européenne (Règlement 1493/1999) un vin est dit sec lorsque son taux en sucres résiduels est inférieur à 4g de sucres/L de vin. Les rosés secs de Loire dont l'AOC « Rosé de Loire » doivent donc respecter cette norme. L'appellation «Rosé de Loire» (AOC) est réservée aux vins rosés secs produits dans les vignobles d'Anjou, du Saumurois et de Touraine (les viticulteurs concernés par cette appellation doivent respecter le cahier des charges, et donc la réglementation Européenne en vigueur pour conserver l'AOC). Les viticulteurs d'Anjou, peuvent non seulement produire du Rosé de Loire mais également des vins rosés demi-secs tel que le Cabernet d'Anjou ou le Rosé d'Anjou (AOC concernant les terroirs d'Anjou et Saumurois), dont les taux en sucres résiduels peuvent monter jusqu'à 20g/L [3] et dont la notoriété est d'ailleurs déjà construite. Telle n'est pas la situation d'autres régions du Val de Loire comme la Touraine qui subit plus que les autres ce manque de sucrosité des vins rosés secs qu'elle produit.

C'est donc de ces viticulteurs en particulier qu'émane la demande de pouvoir produire des vins au goût plus sucré. Quelle est donc la stratégie à adapter face à ce problème d'équilibre gustatif des rosés secs de Loire dont fait partie l'appellation «Rosé de Loire»?

On cherche donc à rétablir l'équilibre sucre/acide de ces vins, 3 possibilités s'offrent à nous :

- Modifier le matériel végétal utilisé, c'est-à-dire utiliser des cépages différents ou des clones plus adaptés à la production.
- Revoir les pratiques agroviticoles utilisées pour l'élaboration de ces vins.
- Apporter des modifications œnologiques en proposant différents itinéraires de vinification.

Notre étude porte sur ce dernier aspect du problème. On cherche à apporter des réponses à relativement court terme (temps d'une vinification) aux viticulteurs.

Quels peuvent être les moyens œnologiques à mettre en place afin d'augmenter la sucrosité d'un vin sans y ajouter de sucres et donc se positionner dans le respect du cahier des charges?

Si l'on se place du côté du consommateur, là aussi un problème se pose. En effet, ne risque-t-on pas de le perdre en lui proposant un vin rosé de type sec (maxi 4g/L de sucres), censé apporter fraîcheur et vivacité, et qui ressort en fait plus sucré? [2]

1.3. Objectifs:

Notre étude se propose de tester différents moyens d'augmenter la sucrosité de vins rosés, c'est-à-dire en augmenter le goût sucré sans pour autant rajouter de sucres lors de la vinification. Pour se faire on se basera sur des études déjà existantes. On répertoriera les méthodes utilisées selon 3 catégories: les techniques sucrantes, les techniques masquantes de l'acidité et les techniques désacidifiantes. On entend par modalités masquantes des techniques qui permettent de masquer l'acidité du vin principalement par l'apport de molécules comme les polysaccharides qui ne possèdent pas un fort pouvoir sucrant. Notre étude se compose en tout de 9 modalités.

On cherche donc à déterminer si une ou plusieurs de ces 9 modalités permettent de rétablir l'équilibre sucre/acide des rosés secs de Loire et si oui lesquelles?

Dans cette étude ma place est à l'analyse des vins au cours de la vinification et plus spécifiquement avant la dégustation du 17 mai 2013 dont les résultats seront traités dans ce travail. Elle représente l'aboutissement de l'étude pour son premier millésime (2012). L'interprétation des notes attribuées aux différents vins se fera en corrélation avec le résultat des analyses physico-chimiques.

Matériel et Méthodes:

Afin d'introduire la notion de cépages et de terroir à notre étude, nous travaillons sur la zone géographique de l'Anjou et de Touraine, avec des cépages et modalités d'assemblage correspondants. Notre étude se réalise à partir des assemblages pour nous rapprocher le plus possible des pratiques actuellement utilisées par les viticulteurs. Pour l'Anjou (IFV Angers) on travaillera avec du Grolleau 100% d'une part et un assemblage Grolleau + Cabernet franc (70 et 30% respectivement) d'une autre. Pour la Touraine (IFV Tours) les cépages choisis sont le Gamay 100% et un assemblage Gamay + Cabernet franc (70 et 30% respectivement).

Pour pouvoir augmenter la sucrosité de ses vins on se propose de tester en tout 9 modalités, c'est-à-dire 9 techniques différentes, mise en place à partir des connaissances déjà acquises.

1. Protocole expérimental :

Afin de mener à bien notre étude, un itinéraire de vinification commun à toutes les modalités est mis en place. Il est représenté en figure 3 ci-contre. Les jus de raisin sont récupérés débourbés, c'est-à-dire débarrassés de leurs bourbes (gros déchets de vigne : pépins, peaux,), auprès des viticulteurs, au Domaine de Gagnebert (Juigné sur Loire) quelques jours après les vendanges. On a pris soin d'éviter toute réactivité du jus en respectant les conditions de transport et de conditionnement nécessaires, en particulier la protection contre l'oxydation. L'assemblage Grolleau noir + Cabernet Franc (70/30%) a été réalisé sur place et transporté à la cave expérimentale de Beaucouzé dans les mêmes conditions.

La suite de la vinification s'effectue à l'IFV en bombonnes de 25L. On parle alors de minivinifications.

On procède ensuite au levurage, c'est-à-dire qu'on ensemence notre jus avec des levures, ici la levure Fermicru rosé® était prévue mais elle ne s'est pas implantée. Après vérification génétique, il s'avère que sur l'ensemble des modalités c'est la levure Vitilevure qui est responsable de la fermentation alcoolique. On a veillé à ce que le FA se déroule à 18°C température optimale de fermentation pour les vins rosés qui doivent exprimer fruité et fraicheur.

Le sulfate diammonique est utilisé dans les vins car il apporte l'azote ammoniacal directement assimilable par les levures et active ainsi leur multiplication. Cette opération permet une fermentation la plus complète possible des sucres. [4] A la fin de cette étape on effectue un soutirage et l'on stabilise le vin par un sulfitage (dioxyde de soufre) en ajustant à 20-25 mg/L de SO₂ libre. Les vins sont ensuite filtrés, le CO₂ ajusté à 700 mg/L de manière homogène sur l'ensemble des modalités, le SO₂ libre ajusté également sur toutes les modalités. Moins il y aura d'écart de ces valeurs, plus la dégustation donnera des résultats intéressants et discriminants sur les paramètres testés.

Rq : Il n'y a que pour la modalité n°4 : fermentation malolactique, que l'itinéraire de vinification est modifié. (cf « Modalité 4 »). Concernant les vins issus d'un assemblage (modalités 8 et 9), ces derniers seront réalisés sur vins finis.

Les volumes de vin réalisés pour chaque modalité sont exposés en annexe 1.

2. Les modalités

Les modalités présentées ont été choisies suite à une recherche bibliographique détaillée dans la description de chacune d'entre elle.

Modalité 1 : C'est le témoin, indispensable à l'étude ; la technique de vinification de référence est mise en place. Nous cherchons à obtenir un vin sec à moins de 3g/L de glucose + fructose.

Modalité 2 : Ajout de moût concentré non coloré.

Bien que notre objectif soit de ne pas rajouter de sucre au vin pour en augmenter la sucrerie, cette modalité nous sert de comparaison. On cherche à obtenir un vin à 4 g/L en glucose + fructose. Ce moût nous est fourni par P. Poupault (IFV Tours) on l'ajoute au vin en fin de fermentation alcoolique. Il est convenu que les vins soient d'abord ajustés à moins de 3g/L en glucose + fructose avant d'ajouter le moût concentré.

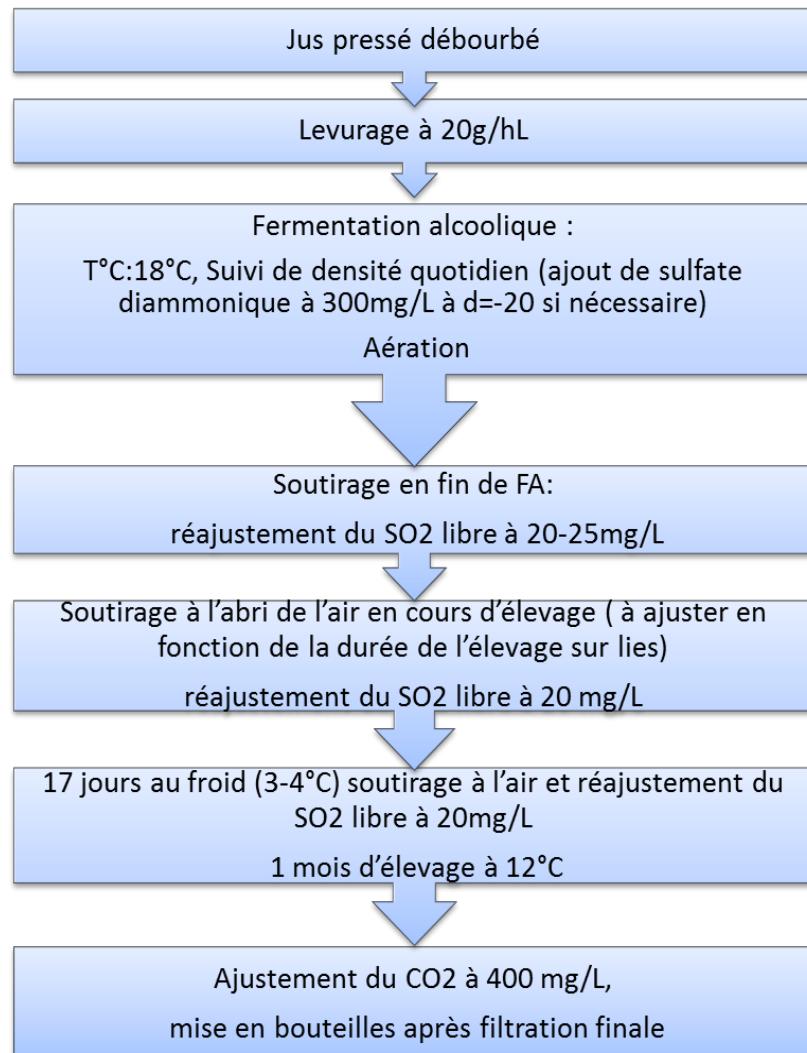


Figure 3 : itinéraire général de vinification (*IFV Angers*)

Modalité 3 : Désacidification chimique.

On ajoute au vin du bicarbonate de potassium (KHCO_3). On a mis en place cette modalité à partir des techniques œnologiques déjà connues, afin de rééquilibrer l'acidité. On s'est inspiré des travaux exposés dans le Cahier Itinéraires n°11 de l'IVF qui propose une désacidification chimique du vin. La fiche technique de l'OIC (Institut œnologique de Champagne) nous indique que le bicarbonate de potassium est généralement utilisé pour la désacidification des moûts et des vins les années de forte acidité. L'acidité des vins est principalement due à deux acides : l'acide tartrique et l'acide malique. Le bicarbonate de potassium réagit uniquement sur l'acide tartrique par salification (précipitation des acides sous forme de sels) :



On utilisera le bicarbonate de potassium sous forme de poudre à raison de 1,5 g/L. On l'ajoutera au jus obtenu après débourbage du moût.

Modalité 4 : Fermentation malolactique.

C'est la seule modalité lors de laquelle on change le procédé de vinification. La fermentation malolactique intervient en effet juste après la fermentation alcoolique. Là encore on cherche à diminuer l'acidité du vin par désacidification microbiologique cette fois. En effet, c'est grâce à l'intervention de bactéries lactiques – notamment la souche *Oenococcus oeni* - que l'acide malique présent dans le vin se transforme en acide lactique. Cette technique est déjà systématiquement utilisée pour diminuer l'acidité des vins rouges et permettre une première stabilisation microbiologique. On l'applique ici au rosé. L'espèce utilisée pour notre étude est *Oenococcus oeni*, souche 27,1 sélectionnée par l'unité IFV de Beaunes.

On utilise cette souche en co-inoculation, c'est-à-dire que l'on incorpore nos bactéries réhydratées au vin juste après (3 jours) avoir inoculé la levure sélectionnée pour la FA. La co-inoculation a de multiples intérêts. Tout d'abord la FML se fait plus rapidement, elle débute dès la fin de la fermentation alcoolique. Elle permet d'éviter la contamination du vin par des souches indésirées ou par les *Brettanomyces*, seules levures d'altération capables de subsister dans le milieu de par le fait que la latence FA-FML est très réduite. Enfin, comme cette opération nécessite une température de 20°C environ, le fait qu'elle se termine plus vite permet au viticulteur de faire des économies d'énergie. La cuverie est également libérée plus rapidement ce qui peut être un point important dans certains cas. (Murat M-L et al. 2007.)

Modalité 5 : Ajout de bois frais.

Les récents travaux d'Alex Marchal (2010) ont révélé qu'après un élevage d'un vin en bois de chêne, on constate (à la dégustation) un gain d'arômes, de rondeur, ainsi que de sucrosité. Il apparaît que cette modification organoleptique n'est pas imputable aux composés volatils extraits du bois, mais à d'autres, non volatiles dont plusieurs ont été identifiés et n'étaient, jusqu'à maintenant, pas répertoriés : les Quercotriterpénoïdes (QTT) I et II, qui posséderaient une saveur sucrée. On a donc choisi d'intégrer cette modalité à notre étude. On utilise pour cela des copeaux de bois frais Nobile®Fresh (chêne français) [17] dont les propriétés œnologiques sont multiples : apport d'un caractère fruité et épice, protection des composés phénoliques (responsables de la couleur), et renforcement de la structure des vins. Le trempage est réalisé en début de FA pour une durée de 6 mois. (Bompars C et al. 2011)

Modalité 6 : Elevage sur lies.

Si l'on se base encore une fois sur la thèse d'Alex Marchal sur les bases moléculaires de la sucrosité des vins secs, il apparaît que l'autolyse des levures lors de l'élevage sur lies d'un vin contribue à lui apporter une sensation de sucrosité. Ce goût proviendrait de la protéine Hsp12 synthétisée par les levures. En outre il est reconnu qu'un vin élevé sur ses lies possède plus de rondeur, de gras et certains arômes sont même développés. Nous n'avons donc pas séparé le vin de ses lies et avons réglé la turbidité du vin au moment du soutirage, en fin de FA, à 1050 NTU (unité de turbidité néphéломétrique). Nous avons pris soin de bâtonné pendant 3 mois, une fois par jour.

(Ribéreau-Gayon P. et al. 2012.)

Modalité 7 : Ecorces de levures.

Cette modalité est complémentaire à la précédente ; on se base en effet sur le même principe. On ajoute ici au vin en fin de FA, après soutirage, une préparation (poudre) d'enveloppes cellulaires de levures à hauteur de 40 g/hL et l'on prend soin d'assurer un bâtonnage quotidien pendant 3 mois. Nous utilisons la préparation Biolees® issue de la recherche Laffort sur les propriétés des lies et plus particulièrement des levures. Là encore, on espère une augmentation de la sensation de sucrosité à la dégustation (grâce à l'élimination de certains polyphénols responsables de l'astringence des vins.) (Marchal A. et al, 2011)[5] et [5bis]

Modalité 8 : Assemblage témoin + FML

L'assemblage entre ces deux modalités reflète ce qui est actuellement fait à la cave par les viticulteurs.

Modalité 9 : Assemblage témoin + bois frais.

L'assemblage entre ces deux modalités est fait pour pouvoir nuancer l'effet du bois frais seul, qu'on soupçonne trop fort au niveau de la perception olfactive et gustative.

3. Les analyses physico-chimiques

Tout au long de la vinification, il est nécessaire de contrôler le taux de différents composés présents dans le vin tel que les sucres ou les acides, mais l'on peut également contrôler l'évolution de la couleur. Le récapitulé de toutes ces analyses physico-chimiques aux différentes étapes de la vinification est présenté dans le tableau 1.

Toutes ces analyses ne sont pas réalisées uniquement par l'IFV Angers. Le dosage de l'acide malique, tartrique, lactique et citrique, de l'azote, le bilan métaux (teneur en cuivre, fer), ainsi que la détermination de l'acidité volatile des vins et moûts sont réalisés par le laboratoire d'analyses œnologiques de l'UAPL (Union Agricole des Pays de Loire) à Brissac-Quincé.

En ce qui concerne les fournitures tel que les kits enzymatiques, les levures ou encore les protecteurs du vin l'IFV Angers se fournit chez Loire Viti Vini Distribution (LVVD) à Mozé sur Louet (49). [6]

Toutes les autres analyses de routine à effectuer sur le vin sont réalisées par l'IFV Angers.

Il existe un ordre dans lequel effectuer les analyses qu'il est essentiel de respecter :

On procède tout d'abord au dosage du dioxyde de soufre libre puis total car ce composé a tendance à s'évaporer. On procède ensuite à la mesure du titre alcoométrique avant de procéder aux autres analyses dans un ordre plus aléatoire.

Ne pouvant décrire ici toutes ces analyses, j'ai choisi de n'exposer que les plus pertinentes.

Tableau 1 : Résumé des analyses physico-chimiques à réaliser sur moûts et vins au cours de la vinification
(IFV Angers)

Stades	Analyses
Jus pressé, juste débourré	Dosage des sucres, de l'acide malique, de l'acide tartrique, acidité totale (AT), Acidité volatile (AV), pH, titre alcoolémique volumique (TAV), dosage du SO ₂ libre et total, détermination de l'ICM, de la teinte (+ teinte et ICM corrigé), couleur en coordonnées Lab, dosage du CO ₂
Cours de fermentation alcoolique (FA)	Suivi de densité, contrôle d'implantation de la levure
Fin FA	Dosage des sucres, détermination du TAV, de l'AT, de l'AV, dosage de l'acide malique et tartrique.
Fin de fermentation malolactique (FML) si non concomitante à la FA (modalité 7)	Suivi FML par chromatographie papier, dosage de l'acide malique et tartrique.
Cours d'élevage	Dosage du SO ₂ libre et total
Mise en bouteilles	Dosage du CO ₂ , du SO ₂ libre et total, et de l'oxygène dissous (à réaliser avec oxymètre)
Dégustation	Détermination du TAV, de l'AT, de l'AV, dosage du SO ₂ libre et total, détermination de l'ICM, de la teinte (+ teinte et ICM corrigés), couleur en coordonnées tristimulaires Lab, nuancier.

3.1. Analyses colorimétriques :

Le suivi de la couleur d'un vin est essentiel. C'est en effet un des premiers caractères pris en compte lors de la dégustation et le premier critère d'achat des vins rosés. On a, par exemple, montré qu'il y avait une étroite similitude entre le classement des vins rosés d'après leur seule couleur et après une dégustation complète. (Cayla L., Pouzalgues N., and Masson G., 2010) La diversité des couleurs des vins rouges et rosés est due aux anthocyanes qu'ils contiennent, responsables de la couleur bleue/rouge/violette de la plupart des végétaux, hormis quelques espèces comme la betterave rouge.

Ces molécules sont contenues dans les vacuoles des cellules de la baie des raisins rouges ou noirs mais également dans les feuilles. (Blouin J & Cruège J., 2003 ; Ribéreau-Gayon P. et al, 2012)

Les analyses colorimétriques classiquement réalisées sont les suivantes :

3.1.1. Analyses par spectrophotométrie :

Détermination de l'Intensité Colorante (modifiée) (IC et ICM) d'un vin : C'est la somme de l'absorbance lumineuse d'un vin à 420, 520 (IC) et 620 nm (ICM) c'est-à-dire l'absorbance dans le jaune, le rouge et le bleu pour une épaisseur de vin de 1cm. Les valeurs obtenues vont de 0 pour l'eau à 15-20 pour les vins rouges très foncés.

Détermination de la Teinte (T) : c'est le rapport de l'absorbance d'un vin à 420 nm sur l'absorbance à 520 nm, c'est-à-dire jaune/rouge encore une fois pour une épaisseur de vin de 1 cm. (Blouin J & Cruège J., 2003)

On réalise généralement ces analyses sur spectrophotomètre classique. L'unité Vigne et Vin (UVV) de l'INRA est cependant équipée d'un automate : le Konelab 20i (figure 4 ci-contre), généralement destiné à la réalisation d'analyses biochimiques de routine, notamment en chimie ou clinique pour l'analyse d'échantillons comme le sang total, le LCR ou encore les urines. On l'utilise ici pour les analyses œnologiques de routine. Le Konelab nous permet de lancer plusieurs analyses différentes sur plusieurs vins à la fois. Il peut effectuer jusqu'à 200 tests par heure. Cet appareil est notamment équipé d'un spectrophotomètre (ou photomètre) spécifique aux mesures de colorimétrie et turbidimétrie dont on se sert ici. [7]

3.1.2. Analyses par chromamétrie (colorimétrie) :

Colorimétrie tristimulaire : Cette technique nous offre une mesure objective de la couleur des vins telle que la perçoit l'œil humain. Le principe est de fournir à partir du spectre du visible une définition normée de la couleur des vins. Les résultats sont exprimés en coordonnées tristimulaires, sous forme d'indices L, a* et b* (Commission Internationale de l'Eclairage, 1976). L représente la clarté du vin et varie de 0 (noir) à 100 (blanc). Les a* et b*, coordonnées de chromaticité, sont les positions des vins sur un axe rouge/vert (a*) d'une part et sur un axe jaune/bleu (b*) d'autre part. Pour les vins rosés ces coordonnées sont positives. Chaque couleur est en fait un point unique dans le modèle Lab, en figure 5 ci-contre, où les indices L, a* et b* représentent les coordonnées 3D de ce point. Pour réaliser cette mesure on dispose d'un colorimètre spécifique. L'IFV Angers possède un colorimètre Minolta CT-210 qui classe également la couleur de deux autres manières. Grâce à trois grandeurs d'une part où H représente la teinte du vin, L la clarté et C la saturation et d'autre part par un système appelé espace couleur Yxy où la teinte et la saturation sont données par les coordonnées xy et la clarté par Y. (Organisation International du Vin (OIV) ,2009) [8]



Figure 4: Analyseur Konelab 20i (<http://www.labexchange.com/en/buy-devices/d/?sn=14463>)

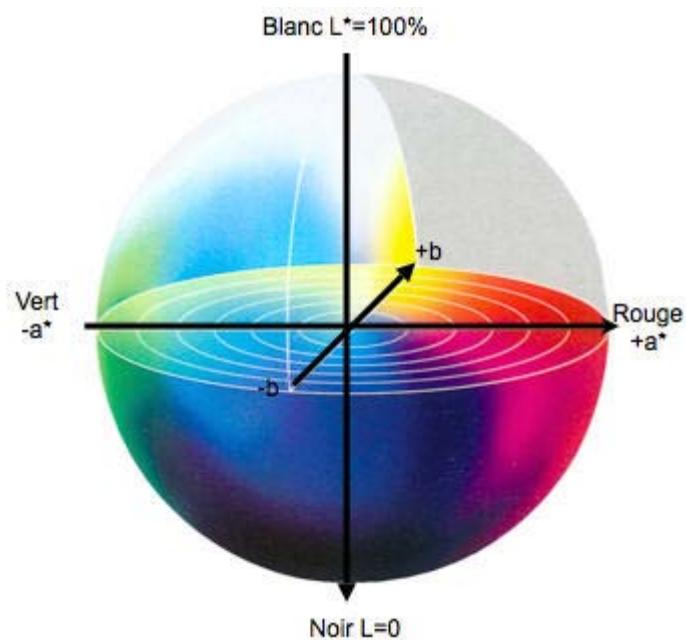


Figure 5 : Modèle Lab (<http://pcco.online.fr/04fev2011/colorimetrie.htm>)

Mesure de la couleur :

On effectue la calibration de l'appareil en utilisant une cuve appropriée au colorimètre utilisé ; pour se faire on réalise un blanc avec de l'eau distillée. La dimension de la cuve est fonction de l'intensité colorante du vin (en principe 10 mm, exceptionnellement 1 mm ou au contraire 20 mm).

Les calculs sont effectués à partir des valeurs de transmittance (rapport du flux lumineux transmis au flux lumineux incident) pour un trajet optique de 10mm.

Les mesures obtenues pour le calibrage (eau) sont :

L 99.99 a+0.02 b0.00

L 99.99 C+0.02 H0.00.

On effectue ensuite la mesure sur l'échantillon de vin.

Théoriquement il ne faut pas filtrer l'échantillon s'il s'agit d'un produit directement destiné à la consommation, car une certaine opacité peut être recherchée et s'exprime directement par L ; toutefois il convient de s'assurer que l'échantillon ne contient pas de particules qui ne devraient a priori pas y être présentes, en particulier celles venant du bouchon.

On effectue la mesure et les résultats s'impriment.

NB : Il n'y a pas d'unité pour ces grandeurs.

3.1.3. Analyses grâce à un nuancier :

Les mesures physico-chimiques de la couleur des vins rosés sont précises mais pas accessibles à tous et ne permettent pas une représentation de la couleur. On travaille donc également à partir d'une grille de couleurs appelée nuancier (figure 6). Il est composé de cases colorées qui diffèrent par leur teinte (nuance) ou leur saturation (force de la sensation coloré). Le dégustateur positionne la couleur du vin sur le nuancier. L'IFV Angers utilise un protocole dans lequel deux juges techniciens évaluent chacun de leur côté la couleur de l'échantillon (tous les échantillons étant traités de la même manière : même volume dans même tubes en verre et dans les mêmes conditions de température, lumière...) avant de se concerter et de faire si besoin un nouvel examen visuel jusqu'à l'obtention d'un résultat consensuel.

Les analyses statistiques réalisées sur plus de 600 vins sur les millésimes 1999 à 2001 montrent qu'il existe une corrélation entre la position donnée d'un vin (obtenue par calcul du barycentre des réponses des juges) sur le nuancier et le résultat donné par les analyses physico-chimiques. Ainsi on constate que, globalement, les colonnes du nuancier correspondent à l'absorbance à 420 nm et au b* (ces deux grandeurs représentant le jaune) alors que les lignes font référence aux 3 absorbances (420, 520 et 620nm), au L et au a*(démonstration par le laboratoire de biométrie Inra Montpellier, professeur Durand). Seules certaines cases ont été caractérisées, on en a référencé 4 dans le tableau 2 ci-contre. Le nuancier ne peut cependant pas se substituer aux analyses chimiques compte tenu du fait que la perception de la couleur n'est pas forcément tout à fait identique d'un individu à un autre et dépend de certaines conditions (luminosité, contenuant, hauteur de liquide...). Il constitue un moyen original de compléter l'étude de la couleur des vins rosés. La normalisation des observations mise en œuvre à l'IFV d'Angers, tend à rendre cette analyse plus précise et répétable. (Flanzy C. & Cayla L., 2006)

3.1.4. Correction à l'éthanal :

La teneur en SO₂ libre des vins peut parfois, diminuer leur « potentiel couleur » et changer ses caractéristiques. Le but est donc de corriger les mesures précédemment décrites en ajoutant de l'éthanal au vin afin qu'il se combine avec le SO₂ libre (cf dosage du SO₂ libre et du SO₂ total) ; la « véritable » couleur du vin sera alors exprimée.

Qualificatif		Saumon		Bois de Rose		Brique		Groseille
Intensité colorante - Teinte	0,14 - 1,26		0,25 - 1,11		0,31 - 1,27		0,45 - 0,90	
L - a* - b*	96,9 - 3,3 - 3,7		94,0 - 7,1 - 5,4		93,0 - 7,1 - 8,0		88,6 - 14,7 - 6,6	
Position sur le nuancier (coordonnées de la case)	I7		G6		G4		E3	

Tableau 2 : Description de la couleur de 4 vins rosés – Analyses physico-chimiques, position sur le nuancier et qualificatif déterminés par 15 juges experts (*Centre de recherche et d'expérimentation du vin rosé-2002*)

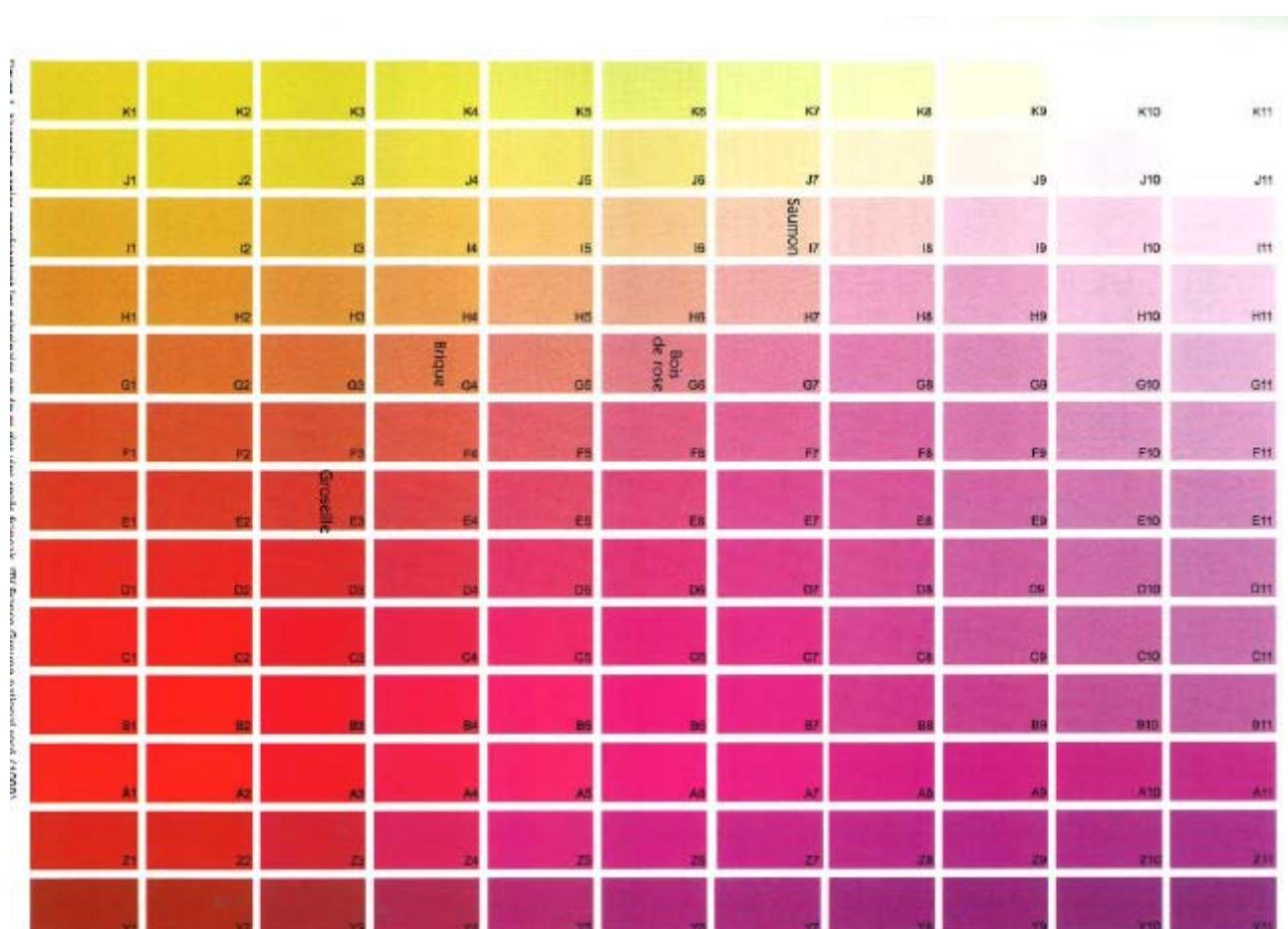


Figure 6 : Nuancier papier couleurs représentant les principales des vins rosés français (*ITV France groupe national rosé 1999*). NB : Le rendu des couleurs sur le nuancier proposé ne reflète pas la réalité.

Pour se faire, on ajoute à 10mL de vin 0.2mL d'une solution de CH₃CHO (éthanal) à 12.6% en volume dans l'eau. On réalise ensuite les analyses décrites précédemment sur cette dernière solution.

Il faudra toutefois faire attention dans la manipulation de l'éthanal, en effet ce dernier est dangereux :

Désignation: Extrêmement inflammable Nocif

Phrases R: **1236/3740** Extrêmement inflammable. Irritant pour les yeux et les voies respiratoires. Possibilité d'effets irréversibles.

Phrases S: **163336/37** Conserver à l'écart de toute flamme ou source d'étincelles Ne pas fumer. Eviter l'accumulation de charges électrostatiques. Porter un vêtement de protection et des gants appropriés. [9]

3.1.5. Détermination de l'indice de polyphénols total (IPT) :

D'une manière générale, les composés phénoliques modifient les propriétés organoleptiques du vin tel que la couleur, l'amertume, l'astringence, le gras, etc. Leur structure moléculaire s'organise autour d'un ou plusieurs noyaux phénols de formule C₆H₆O.

On répertorie dans la famille des composés phénoliques :

- Les acides phénols
- Les anthocyanes : responsables de la couleur rouge
- Les flavonols : pigments jaunes de la pellicule des raisins
- Les procyanidines
- Les catéchines, les tanins.

Les intérêts à mesurer leur teneur dans les vins sont multiples. Cela permet en effet à la fois d'apprécier la couleur des vins et son évolution au cours de la vinification (anthocyanes, flavonols) et d'apprécier la richesse générale en composés phénoliques totaux des vins.

Les noyaux phénoliques absorbent fortement la lumière ultraviolette, à un maximum de 280 nm. Le spectrophotomètre servant à la mesure doit donc être équipé d'une lampe à deutérium émettant dans l'ultraviolet et des cuves en quartz doivent être utilisées (trajet optique 1cm). Le spectrophotomètre utilisé pour réaliser ces mesures est le modèle Uvikon 933 Kontron P106382.

L'indice de polyphénols totaux traduit la richesse en composés phénoliques du moût ou du vin ; notamment en tanins, responsables de l'amertume et de l'astringence du produit final.

On devra préalablement diluer le ou les vins testés dans de l'eau déminéralisée. Pour les vins blancs et rosés on dilue 5mL d'échantillon q.s.p. 100mL.

On détermine l'indice de polyphénols totaux en multipliant l'absorbance à 280nm par le facteur de dilution du vin. Cet indice n'a donc pas d'unité.

$$\text{I.P.T.} = \text{DO à 280nm} \times \text{Facteur de dilution}$$

Mesure :

Après avoir réglé la longueur d'onde du spectrophotomètre à 280 nm, on réalise préalablement un blanc avec de l'eau distillée et on lance l'« autozéro » de l'appareil. On peut ensuite effectuer la mesure d'absorbance de nos échantillons dans une cuve en quartz.

On pourra enfin calculer l'IPT de nos échantillons. (Bonder C. & Silvestre R., 2005)

NB : la mesure d'absorbance n'a de valeur que si elle est située entre 0,1 et 1,2.

3.2. Les dosages

3.2.1. Dosage du SO₂ libre et du SO₂ total :

On rajoute de l'anhydride sulfureux (ou dioxyde de souffre) au vin car il garantit sa stabilité finale grâce à différentes actions :

- Rôle antioxydant : le SO₂ inhibe les éventuelles oxydations qui pourraient provoquer certaines enzymes présentes dans le vin (milieu biologique).
- Rôle anti-oxygène : Il inhibe l'oxydation du vin par le dioxygène de l'air grâce à la réaction suivante :



Les composés fragiles présents dans le vin tel que les anthocyanes, les tanins ou encore les composés aromatiques sont ainsi protégés.

- Rôle antiseptique : Le SO₂ possède une action toxique sur les levures et les bactéries. Le vin est ainsi protégé de toute contamination bactérienne ou levurielle qui entraînerait une reprise de fermentation.

Le SO₂ n'est pas présent naturellement dans le raisin, il faudra donc le rajouter directement dans la benne après la vendange puis au cours de la vinification après débourbage, en fin de fermentation alcoolique (ou la FML), et parfois pendant la phase d'élevage. [10] [11]

La dose de SO₂ à rajouter au raisin, au moût ou au vin dépend de l'état sanitaire du produit. À la vendange on peut aller jusqu'à ajouter 8g/hL de SO₂ si le raisin est pourri contre 4 à 5 g/hL si les baies sont saines. Les doses au débourbage sont généralement de l'ordre de 2 à 3 g/hL et celles en fin de FA d'environ 4g/hL. Pour se rendre compte de l'état sanitaire du vin il est possible de doser une enzyme sécrétée par *Botrytis cinerea*, champignon responsable de la pourriture grise du raisin : la laccase. (Puech C., 2003)

Seul le SO₂ sous forme libre est efficace et rempli les rôles cités ci-dessus. Le reste se combine avec d'autres éléments du vin tel que l'éthanal, l'acide 2-oxoglutarique ou l'acide pyruvique. Cette combinaison est la plupart du temps due à la flore épiphyte du vin (levures et bactéries métabolisant des molécules qui se combinant avec le SO₂, voir tableau 3 ci-contre) ou à la levure choisie pour réaliser la fermentation alcoolique.

On contrôle plusieurs fois lors de la vinification le taux de SO₂ libre et total du vin, on peut donc en déduire aisément la partie combinée ([SO₂ libre] = [SO₂ total] - [SO₂ combiné]). [11]

L'application en ligne sur le site de l'IFV sud-ouest [15], donne, en fonction de l'équilibre du vin (pH, TAV, température), les limites basse et haute de protection du vin contre l'oxydation, exprimées en SO₂ actif, ainsi que la correspondance en SO₂ libre. On le rajoute ainsi si besoin aux moûts et aux vins sous forme de gaz liquéfié.

NB : Ce produit est dangereux pour son utilisateur, et à trop forte dose pour le consommateur. Son apport est donc à modérer. Symbole(s) : T : Toxique ; C : Corrosif.

- Phrase(s) R : **R23** : Toxique par inhalation. **R34** : Provoque des brûlures.
- Phrase(s) S : **S9** : Conserver le récipient dans un endroit bien ventilé. **S26** : En cas de contact avec les yeux, laver immédiatement et abondamment avec de l'eau et consulter un spécialiste. **S36/37/39** : Porter un vêtement de protection approprié, des gants et un appareil de protection des yeux/du visage. **S45** : En cas d'accident ou de malaise, consulter immédiatement un médecin (si possible lui montrer l'étiquette). [12]

Tableau 3 : Principaux microorganismes de la flore épiphyte et leurs métabolites oxydatifs combinant le SO₂
(Donèche 1999)

Micro-organismes	Métabolites combinant le SO ₂
Levures <i>Kloeckera apiculata</i> <i>Pichia sp.</i> <i>Candida stellata</i> <i>Rhodotorula glutinis</i>	Glyoxal, méthylglyoxal, acide pyruvique, éthanal
Bactéries <i>Gluconobacter oxydans</i>	Acide 2-oxogluconique, acide gluconique, déhydroacétone, 5-oxofuctose
Champignons <i>Botrytis cinerea</i> <i>Trichoderma sp.</i>	Acide mono-oxogluconique et 5-gluconolactones

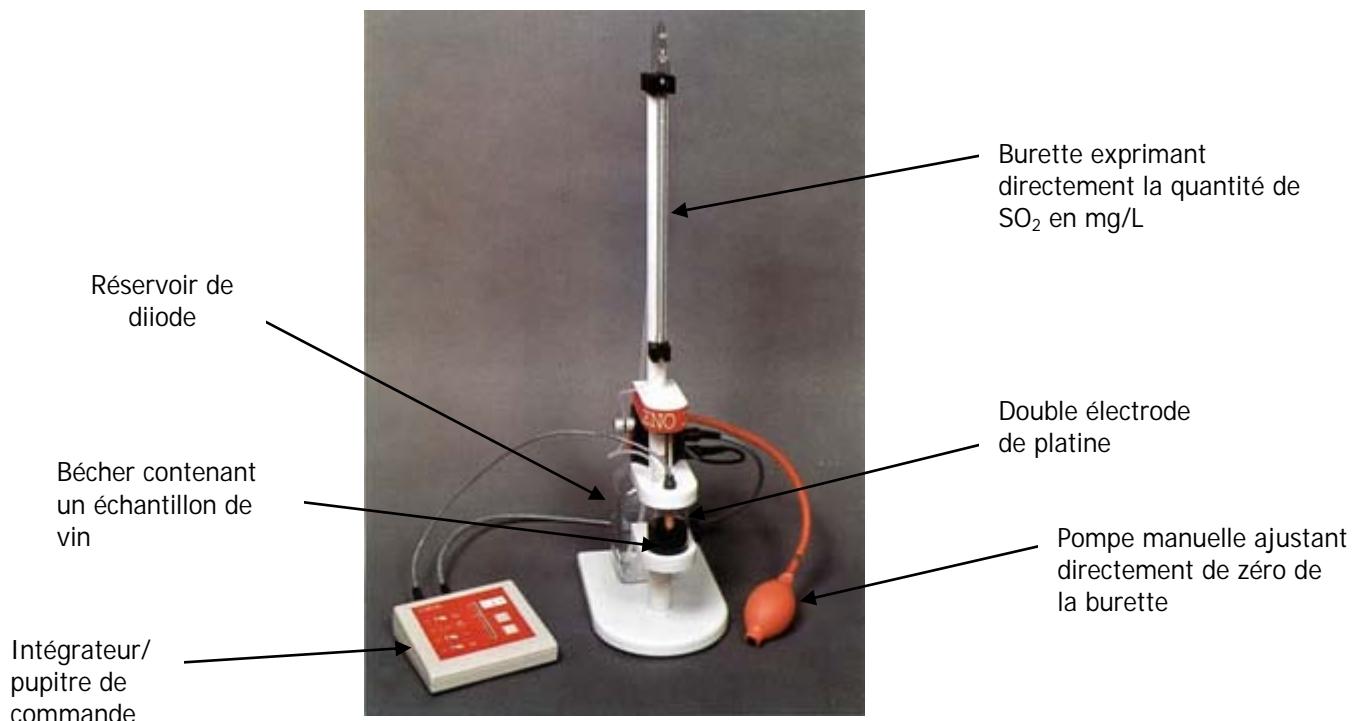
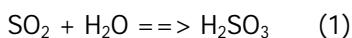


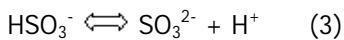
Figure 7 : Oenotitrator Oeno 20 - Oenobio® - (<http://www.eno-bio.fr/Pages/generalites.html>)

a) Dosage du SO₂ libre :

En solution aqueuse le SO₂ forme l'acide sulfureux H₂SO₃ :

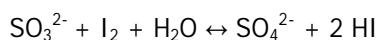


Ce dernier est ionisé en hydrogénosulfite HSO₃⁻ (= bisulfite) et en sulfite SO₃²⁻ selon les équations suivantes :



Par définition (OIV – UE), la somme H₂SO₃ + HSO₃⁻ + SO₃²⁻ représente le « dioxyde de soufre libre » (= SO₂ libre), correspondant à l'ensemble des formes minérales du SO₂. [13]

On utilise pour le dosage du SO₂ libre l'appareil d'Oeno bio® (oenotitrator Oeno 20). Cet appareil fonctionne selon la méthode de Ripper, c'est la méthode usuelle. Elle est basée sur l'oxydation directe du SO₂ en milieu acide (directement sur vin). Dans un bécher, on ajoute 2 mL d'H₂SO₄ 1/3 à 20 mL de vin. La forme libre est ainsi dosée par titrage iodométrique direct. L'équation de la réaction est la suivante :



La fin de réaction est normalement marquée par le virage au violet de la solution du à l'ajout d'embois d'amidon (indicateur coloré). Tel n'est pas le cas avec l'oenotitrator Oeno 20, qui utilise le principe du titrage polaro-ampérométrique où une différence de potentiel de 150 mV assure la polarisation d'une électrode double de platine, plongée dans le vin à analyser. L'utilisateur est donc informé de la fin du titrage par l'apparition d'un courant électrique, se traduisant par un double signal : sonore et lumineux. (Photo de l'appareil, figure 7 page précédente). Ainsi, « en supprimant l'appréciation visuelle de la fin du titrage, cette méthode supprime les incertitudes (coefficients personnels) » (Cf « Techniques d'analyse des moûts et des vins » – J. Blouin). La burette de l'appareil permet de lire directement la dose de SO₂ contenue dans le vin en mg/L. [14]

b) Dosage du SO₂ total :

Le dosage est réalisé sur le même appareil (Oenotitrator Oeno 20) et selon la même méthode.

On sait que [SO₂ total] = [SO₂ libre] + [SO₂ combiné], il faut donc pouvoir doser la partie qui s'est combinée. Pour cela, on hydrolyse le SO₂ combiné en milieu alcalin, par ajout de soude à 2N. Pour 20 mL de vin on ajoute 5 mL de soude, on attend 5 minutes. Le principe du dosage est ensuite le même que pour le SO₂ libre, on ajoute 2mL d'H₂SO₄ et on lance le titrage. [14]

3.2.2. Détermination du titre alcoométrique volumique (TAV):

Le titre alcoolémique volumique est égal au volume en L d'alcool éthylique (en pratique : alcool éthylique + ses homologues) contenu dans 100L de vin ; ces deux volumes étant mesurés à 20°C. Le TAV est exprimé en % vol.

L'alcool éthylique est le principal produit de la fermentation des sucres par les levures. Il représente 8 à 16% du volume du vin et est essentiel à la bonne conservation, la valeur commerciale et la qualité organoleptique du produit.

Le dosage de l'alcool d'un vin est l'analyse la plus courante et la plus importante qui soit. En effet, le degré alcoolémique sert de base à la plupart des transactions commerciales et est particulièrement contrôlé dans le cadre du respect des appellations géographiques (AOP, IGP...). [10]

C'est, de par son importance, un dosage très délicat, exigeant beaucoup de précautions pour l'obtention de la précision demandée (de l'ordre de 0.1%).

La méthode de référence est la distillation et mesure de la densité du distillat par pycnométrie.

A l'IFV, nous utilisons une méthode usuelle, la réflectance infra-rouge.

Cette méthode repose sur l'analyse spectrale de substances possédant des bandes d'absorption dans le proche infrarouge (700-2500 nm). L'alcool éthylique présente cette propriété.

Les données spectrales de l'échantillon sont comparées à celles obtenues lors d'un étalonnage initial couvrant la totalité du champ de mesure.

Principe :

D'après la théorie quantique, une molécule est capable d'absorber de l'énergie lumineuse selon la formule de Planck :

$$\Delta = \frac{h \times c}{E2 - E1}$$

Où Δ = variation d'énergie ; h = constante de Planck, c = vitesse de la lumière ; $E1$ = niveau énergétique fondamental de l'électron et $E2$ = niveau énergétique excité de l'électron.

Cette équation traduit la relation de proportionnalité existant entre l'énergie absorbée par la molécule et la fréquence de la lumière incidente.

La spectroscopie dans le proche infrarouge est une méthode fondée sur l'absorption de photons $h\nu$ très peu énergétiques permettant de modifier le niveau énergétique des molécules.

Les transitions ainsi observées donnent naissance à des raies non séparables groupées en "bandes" (spectres de bandes).

Ainsi, la réflexion produite par l'échantillon de vin sur une cellule thermostatée, est fonction de sa concentration en alcool éthylique.

Principe de mesure :

L'appareil utilisé pour le dosage est un Infraalyser (SpectraAlyser ; Zeutec) pouvant doser de 8% à 15% vol. Il contient une cellule qui fonctionne sur le principe de la transflexion.

1/ Un échantillon de quelques millilitres de vin est aspiré à travers la cellule de mesure thermostatée à la température d'essai.

2/ L'échantillon est exposé à un rayonnement infrarouge dont les longueurs d'onde, spécifiques à la substance à analyser, ont été préalablement sélectionnées par étalonnage,

En ce qui concerne l'éthanol ces longueurs d'onde sont généralement au nombre de quatre à cinq.

3/ Le faisceau de lumière monochromatique est dirigé soit vers la cellule de mesure, soit sur la référence grâce à un miroir basculant.

Les rayons infrarouges pénètrent l'échantillon, entrent en interaction avec ses composants puis sont réfléchis vers le(s) détecteur(s). C'est la transflexion.

4/ Les données spectrales de l'échantillon sont traitées par le microprocesseur intégré au spectroscope et comparées aux courbes d'étalonnage préalablement déterminées et mises en mémoire.

Après une minute environ, le résultat obtenu est affiché par l'appareil. Il est directement exprimé en pourcentage alcoométrique volumique (% vol). (Organisation Internationale du Vin (OIV), 2009)

3.2.3. Détermination du pH :

Cette mesure est à lier avec celle de l'acidité totale car le pH caractérise l'acidité du moût ou du vin.

Le pH des vins est généralement compris entre 2,8 et 4 notamment de par la présence d'un acide fort : l'acide tartrique. On peut s'étonner de valeurs aussi basses de pH pour le milieu biologique et fermentaire qu'est le vin mais cette acidité est importante. En effet, elle confère au vin une meilleure stabilité microbiologique et physico-chimique en limitant le développement des micro-organismes et en augmentant la fraction antiseptique du dioxyde de soufre (SO_2 libre). L'acidité est bien sûr également un pilier de l'équilibre gustatif. [10]

a) Principe :

La pH méttrie est une méthode potentiométrique utilisant une électrode en verre, spécifique aux ions H^+ . En effet, l'acidité d'une solution, traduite par le pH, correspond de sa concentration en ions H^+ (H_3O^+) par la relation suivante :

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$$

Un pH-mètre contient un millivoltmètre relié à deux électrodes contenues dans la sonde. Il mesure la tension (différence de potentiel) entre ces deux électrodes, celle-ci étant directement liée au pH de la solution dans laquelle la sonde est immergée.

L'une des électrodes, appelée électrode de référence (au calomel (Hg) saturé ou Ag/AgCl) possède un potentiel E_{ref} , constant à une température donnée. La seconde est une électrode en verre, indicatrice de pH, son potentiel (E_{verre}) est une fonction affine du pH.

Ainsi, la tension E mesurée par le millivoltmètre est la suivante : $E = E_{\text{verre}} - E_{\text{ref}}$

[16]

a) Mesure:

Avant de réaliser la mesure du pH de notre échantillon de vin, on effectue un étalonnage. On plonge d'abord notre sonde dans une solution étalon de pH 7.01 pendant 5 minutes sous agitation, puis on réitère l'opération avec une solution étalon de pH 4.00. On prendra soin d'étalonner également la température à l'aide d'une sonde plongée dans les solutions (étalons uniquement). On testera ensuite notre série d'échantillons en prenant soin de garder une agitation régulière. On attendra 5 minutes avant de relever la valeur du pH pour le premier échantillon de la série. Pour le reste on peut procéder par lecture directe.

3.2.4. Détermination de l'acidité totale (AT) :

Dans le cadre de notre étude qui vise à réduire l'acidité des vins, la détermination de l'acidité totale est une analyse des plus importantes.

Les vins contiennent de nombreux acides organiques (acétique, malique, tartrique, citrique, lactique, Succinique) en quantités plus ou moins notables.

« L'acidité totale d'un vin correspond à la somme des acidités titrables lorsqu'on amène le vin à pH 7.0 par addition d'une solution alcaline (soude). »[10]

L'ajout de dioxyde de soufre (SO_2) lors de la vinification et l'augmentation de la teneur en dioxyde de carbone dissous, due aux différentes fermentations, augmentent l'acidité du vin. Par convention le SO_2 ainsi que l'acide carbonique ne sont pas compris dans le dosage de l'acidité totale.

a) Principe:

Comme expliqué précédemment, le dioxyde de carbone n'est pas à prendre en compte dans ce dosage. Il faut donc préalablement décarboniquer l'échantillon de vin, c'est-à-dire éliminer le CO₂ qui y est présent. La solubilité d'un gaz dans l'eau diminuant en même temps que sa pression dans l'atmosphère, la méthode généralement utilisée est celle du tirage sous vide de l'échantillon, pendant une à deux minutes, sous agitation. Nous n'avons pas besoin d'utiliser cette technique étant donné que nous effectuons précédemment la détermination du pH sur le même échantillon. En effet, cette mesure étant réalisée sous agitation, cela a pour effet de décarboniquer et d'enlever dans le même temps une large part du SO₂ dissous.

b) Mesure

On ajoute à notre échantillon de vin (5 mL) 3 à 4 gouttes de bleu de bromothymol qui sert ici d'indicateur coloré de pH. Il virera du jaune-orangé au bleu lorsqu'on aura amené notre solution à pH 7.0. On titre notre solution par la soude (0,1n) en faisant attention au débit de la burette lorsqu'on arrive dans la zone de virage. La descente de burette lue va alors nous servir à calculer l'acidité totale. Les résultats sont exprimés en milliéquivalents /L soit 0.049g de H₂SO₄/L. D'où la formule suivante :

$$AT \text{ (en mg d'}H_2SO_4/L) = \frac{V1 \times 49 \times T}{5 \text{ mL}}$$

Où V1 = descente de burette ; T = titre de la solution de NaOH et 5mL correspond au volume de notre échantillon.

4. Traitement des résultats de dégustation

La dégustation des deux séries de 9 vins de notre étude s'est déroulée le 17 mai 2013 à Brissac Quincé. 18 dégustateurs y étaient présents tous œnologues, viticulteurs ou autres professionnels du vin. Ils ont noté les vins qui leur étaient proposés sur 17 critères différents appelés descripteurs. Ces descripteurs traduisent les 3 aspects d'une dégustation classique : le nez, la bouche et le visuel. La fiche descripteur est exposée en annexe. Les notes attribuées aux différents produits pour ces descripteurs vont de 0 « pas du tout » à 9 « très ». Par exemple, pour le descripteur « note fruitée » (descripteur olfactif), les juges notent de 0 : « pas du tout fruité » à 9 : « très fruité ».

On a récupéré les notes des dégustateurs, qu'on a scannées avec un logiciel d'intégration spécial : Omnipage pro 10.0, et on les traite grâce à un logiciel spécialisé : Tastel.

Il s'agit d'un logiciel de traitement d'analyse sensorielle développé par la société ABT Informatique. Le système permet la conception de questionnaires, la saisie des données recueillies et le traitement des résultats. La plupart des techniques sensorielles et leur traitement statistiques ont été développés dans cet outil.

On entre les données et on demande au logiciel d'effectuer toutes une série de tests statistiques au risque de 5%. On utilisera pour notre interprétation uniquement les tests ANOVA et le test a posteriori Tukey. On pourra ainsi savoir si les juges ont trouvé des différences significatives entre les modalités et si oui, sur quels descripteurs.

Résultats et Interprétation:

Les résultats présentés ici seront de deux formes. Tout d'abord, les résultats d'analyses physico-chimiques seront présentés avec leur interprétation. Dans une deuxième partie on exposera les résultats de la dégustation que l'on interprétera en corrélation avec le résultat des analyses physico-chimiques.

On rappelle ici pour plus de compréhension le nom des modalités associées à leur numéro :

Modalité 1 : témoin ; modalité 2 : ajout de sucres ; modalité 3 : désacidification par le bicarbonate de potassium ; modalité 4 : Fermentation malolactique ; modalité 5 : ajout de copeaux de bois frais ; modalité 6 : élevage sur lies ; modalité 7 : ajout d'écorces de levures ; modalité 8 : assemblage témoin + FML ; modalité 9 : assemblage témoin + bois frais

Lorsque qu'on interprétera les résultats de la dégustation on se concentrera plus particulièrement sur les descripteurs « acidité », « sucrosité » - critères primordiaux pour notre étude – et sur les descripteurs de qualité. Cependant les autres descripteurs sont également importants dans la dégustation. Ce sont des caractères classiquement évalués dans les dégustations et sans lesquels elles ne peuvent être complètes.

Les notes indiquées dans la description des résultats sont les notes moyennes /9 accordées pour chaque descripteur.

1. Résultats et interprétation des analyses physico-chimiques avant dégustation

1.1. Les dosages

Les dosages réalisés juste avant la dégustation sont exposés dans le tableau 4 ci-contre. Ils sont principalement faits pour vérifier la teneur des vins en ses différents constituants, afin s'assurer que la dégustation sera réalisée dans des conditions optimales. Une fois les vins mis en bouteilles on ne peut pas y retoucher, mais on peut prévoir leurs défauts grâce aux résultats d'analyses physico-chimiques ; si des défauts ressortent on peut effectuer les analyses sur une autre bouteille ou, si les résultats sont les mêmes, aller jusqu'à ne pas proposer le vin à la dégustation.

Par exemple, une acidité volatile trop élevée indiquerait que le vin « tourne au vinaigre ». Il pourrait par exemple s'agir d'une FML ayant débuté alors que la FA n'était pas totalement terminée, les bactéries lactiques auraient donc dégradé les sucres, produisant de l'acide acétique.

On constate d'une manière générale que les valeurs des résultats exprimées pour chacune des analyses sont homogènes. Les résultats d'analyses réalisées en cette fin de vinification sont conformes à ceux attendus :

- le titre alcoolémique volumique est d'environ 11%.

NB : le TAV ne doit pas dépasser 12,5% pour les vins classés en AOC « Rosé de Loire ».

- la teneur en sucres résiduels des vins est bien inférieure à 2g/L (< 4g/L pour la modalité sucres)
- les valeurs de pH et d'acidité totale et volatile sont majoritairement concordantes. En effet, quand les valeurs d'acidité totale diminuent, celles de pH ont tendance à augmenter. D'une manière générale, le pH des moûts et des vins varie de 2,8 à 3,8-4. Les valeurs d'acidité totale sont plus aléatoires car elles dépendent de la teneur des vins en tous les acides titrables (malique, tartrique, citrique, succinique essentiellement).

Tableau 4: Résultats des analyses physico-chimiques réalisées avant la dégustation : les dosages.

MODALITES	ESSAIS	DATE	DEGUSTATION									
			TAV	sucres résiduels	PH	AT	AV	A mal	A tart	SO2 L	SO2 T	
1 -GN	Témoin	17/05/2013	11,3	0,9	[REDACTED]	3,26	4,1	0,21	2	2,9	6	43
2 -GN	sucres = 4 g/l		11,28	0,35	3,95	3,26	4	0,22	2,1	3	7	44
3-GN	Désacidification		11,43	0,85	[REDACTED]	3,73	3	0,18	1,98	1,6	10	48
4-GN	FML		11,44	0,55	[REDACTED]	3,34	3,4	0,22	[REDACTED]	2,5	10	42
5-GN	Bois Frais		11,36	0,35	[REDACTED]	3,28	4	0,18	2,11	2,9	9	41
6-GN	Elevage/ lies		11,41	2,05	[REDACTED]	3,26	4	0,21	2,05	2,7	7	50
7-GN	Ecorces de Levures		11,41	1,05	[REDACTED]	3,26	4,1	0,21	2	2,6	10	51
8-GN	Témoin + FML		11,42	[REDACTED]	[REDACTED]	3,31	4,2	[REDACTED]	1,08	2,7	8	43
9-GN	Témoin + Bois Frais		11,4	[REDACTED]	[REDACTED]	3,28	4	[REDACTED]	2,05	3	8	40
1 -GN + CF	Témoin	17/05/2013	11,5	0,4	[REDACTED]	3,27	4,3	0,21	2,35	3	7	44
2 -GN + CF	sucres = 4 g/l		11,36	0,45	3,90	3,29	4,3	0,21	2,37	3	9	44
3-GN + CF	Désacidification		11,52	0,25	[REDACTED]	3,69	3,4	0,19	2,46	1,5	10	53
4-GN + CF	FML		11,53	0,45	[REDACTED]	3,37	3,5	0,23	[REDACTED]	2,6	5	43
5-GN + CF	Bois Frais		11,44	0,3	[REDACTED]	3,3	4,3	0,21	2,36	3	7	36
6-GN + CF	Elevage/ lies		11,56	0,5	[REDACTED]	3,28	4,3	0,21	2,34	2,7	10	46
7-GN + CF	Ecorces de Levures		11,53	0,45	[REDACTED]	3,28	4	0,21	2,26	2,7	9	42
8-GN + CF	Témoin + FML		11,55	[REDACTED]	[REDACTED]	3,34	4	[REDACTED]	1,08	2,9	11	44
9-GN + CF	Témoin + Bois Frais		11,49	[REDACTED]	[REDACTED]	3,3	3,9	[REDACTED]	2,3	3,2	10	44

- On fait faire le dosage d'acidité volatile sur ces vins pour s'assurer de l'absence de biais lors de la dégustation. Ici, les résultats sont très bons avec une moyenne de 0,21 g d'H₂SO₄/L. D'une manière générale, elle varie de 0,2 à 0,6g d'H₂SO₄/L, avec un maximum légal de 0,98g/L en France. L'acidité commence à être légèrement perceptible au-delà 0,5-0,7 g/L. (Blouin J., Cruège J., 2003)
- On notera que le taux en acide malique n'est pas indiqué pour les modalités FML ce qui est logique puisqu'à ce stade de la vinification (vins mis en bouteilles) tout l'acide malique s'est transformé en acide lactique.
- Pour ce qui est des teneurs en dioxyde de soufre des vins, les valeurs oscillent entre 7 et 11mg/L pour le SO₂ libre et entre 36 et 53mg/L pour le SO₂ total. Après utilisation du logiciel de calcul de SO₂ actif du pôle IFV Sud-Ouest, on se rend compte que les vins ne sont pas tous protégés mais ce n'est pas si grave car ils sont maintenant en bouteilles depuis quelques semaines et donc moins exposés aux risques d'oxydation et d'attaque bactérienne. Effectuer les dosages de SO₂ libre et totale nous sert donc ici davantage de vérification.

NB : une trop forte teneur en dioxyde de soufre des vins a pour effet de masquer leurs véritables arômes lors de la dégustation. Son apport est donc à modérer.

On corrèle les résultats obtenus ici avec ceux des analyses réalisées aux précédentes étapes de la vinification. On vérifie donc ici la vraisemblance des valeurs. Par souci de place et d'intérêt on n'a pas exposé ici les tableaux d'analyses correspondants aux précédentes étapes de la vinification.

1.2. Analyses de couleur

Sur le tableau 5 ci-contre sont présentés les résultats d'analyses couleur pour toutes les modalités de l'étude.

On constate tout d'abord que, comme pour les analyses précédentes, les valeurs exprimées sur l'ensemble des modalités sont homogènes. Ce constat est encourageant car il nous indique que la vinification s'est déroulée uniformément pour l'ensemble des vins.

On observe également une nette différence, et ce pour toutes les analyses, entre les valeurs exprimées sans et avec correction à l'éthanal. Le jugement des techniciens chargés de positionner les vins sur le nuancier est également différent. La teinte des nouvelles cases choisies sur le nuancier est plus rouge en général.

Pour la nuance et la teneur en anthocyanes de l'échantillon, les valeurs ont tendance à s'abaisser ou rester stables (nuance) avec la correction à l'éthanal.

Par exemple, pour la modalité 3 (désacidification chimique), la valeur de la nuance est de 1,1 avant correction et de 0,9 et la teneur en anthocyanes est avant correction de 53 mg/L contre 49mg/L après. Pour l'ICM, c'est l'inverse ; pour la même modalité elle passe de 0,6 à 0,8 après correction à l'éthanal.

Pour ce qui est des valeurs de coordonnées tristimulaires, les valeurs de clarté (L) diminuent clairement avec la correction à l'éthanal tandis que les valeurs de a augmentent. Les valeurs de b sont sensiblement les mêmes avec ou sans correction. Si l'on reprend l'exemple de la modalité 3 on observe que la valeur de clarté passe de 86,32 à 80,45, la valeur du a* passe de 14,92 à 25,62 et celle du b* de 14,87 à 14,02 après correction.

D'un point de vue général on peut donc dire que la correction à l'éthanal faites sur les échantillons de vin à tendance à révéler l'intensité colorante des vins (augmentation des valeurs) mais à diminuer les nuances. La teneur en anthocyanes se dévoile être moindre une fois que l'éthanal s'est combinée au SO₂ libre de l'échantillon.

La clarté diminue mais la couleur rouge semble être renforcée.

Tableau 5 : Résultats des analyses physico-chimiques réalisées avant la dégustation : les analyses de couleur

MODALITES	ESSAIS	DEGUSTATION												COLORIMETRIE CORRIGEE								
		Nuancier	Nuancier	Anthocyanes	SPECTROPHOTOMETRIE			COLORIMETRIE			SPECTROPHOTOMETRIE CORRIGEE			(mg/l)	DO 420	DO 520	DO 620	ICM	nuance	L	a	b
					(mg/l)	DO 420	DO 520	DO 620	ICM	nuance	L	a	b									
1-GN	Témoin	F7	F6	49	0,322	0,456	0,044	0,8	0,7	79,77	+30,35	+13,32	43	0,346	0,532	0,052	0,9	0,7	76,55	+36,77	+13,76	
2-GN	sucres =4 g/l	G7	G8	35	0,303	0,386	0,040	0,7	0,8	82,86	+24,5	+13,39	45	0,350	0,525	0,052	0,9	0,7	76,31	+37,1	+13,89	
3-GN	Désacidification	H7	G6	53	0,297	0,265	0,044	0,6	1,1	86,32	+14,92	+14,87	49	0,339	0,375	0,060	0,8	0,9	80,45	+25,62	+14,02	
4-GN	FML	H8	G7	45	0,299	0,324	0,041	0,7	0,9	84,27	+20,54	+13,95	41	0,348	0,471	0,053	0,9	0,7	77,82	+33,33	+13,93	
5-GN	Bois Frais	G7	G8	48	0,318	0,362	0,042	0,7	0,9	82,24	+24,83	+13,23	44	0,373	0,528	0,055	1,0	0,7	75,75	+37,68	+13,49	
6-GN	Elevage/lies	F7	G8	48	0,282	0,385	0,037	0,7	0,7	81,52	+28,06	+12,21	45	0,371	0,532	0,054	1,0	0,7	75,64	+38,01	+13,3	
7-GN	Ecorces de Levures	G7	G8	50	0,239	0,321	0,028	0,6	0,7	85,14	+22,2	+10,8	46	0,305	0,515	0,043	0,9	0,6	77,23	+38,06	+11,42	
8-GN	Témoin + FML	G7	G7	45	0,296	0,348	0,040	0,7	0,9	82,62	+24,09	+13,48	42	0,349	0,508	0,053	0,9	0,7	76,84	+35,78	+13,73	
9-GN	Témoin + Bois Frais	G7	G7	48	0,303	0,355	0,040	0,7	0,9	82,00	+25,69	+12,95	44	0,351	0,535	0,053	0,9	0,7	75,68	+38,05	+13,41	
1-GN + CF	Témoin	H8	G7	38	0,279	0,337	0,036	0,7	0,8	84,84	+20,67	+12,94	37	0,318	0,464	0,045	0,8	0,7	78,47	+33,76	+12,94	
2-GN + CF	sucres =4 g/l	H8	G7	40	0,284	0,333	0,037	0,7	0,9	84,83	+20,51	+13,36	35	0,329	0,468	0,051	0,8	0,7	78,24	+33,77	+13,43	
3-GN + CF	Désacidification	I8	H8	42	0,259	0,220	0,036	0,5	1,2	88,74	+11,63	+13,98	38	0,300	0,325	0,053	0,7	0,9	82,84	+22,69	+12,94	
4-GN + CF	FML	G8	G7	42	0,300	0,393	0,044	0,7	0,8	80,91	+28,1	+13,08	37	0,323	0,436	0,062	0,8	0,7	78,91	+30,45	+13,02	
5-GN + CF	Bois Frais	H8	G7	39	0,315	0,324	0,041	0,7	1,0	83,3	+22,12	+13,53	38	0,359	0,461	0,055	0,9	0,8	78,02	+32,91	+13,4	
6-GN + CF	Elevage/lies	H8	G7	41	0,234	0,260	0,028	0,5	0,9	86,62	+18,87	+11,33	38	0,289	0,451	0,041	0,8	0,6	79,47	+33,38	+11,37	
7-GN + CF	Ecorces de Levures	H8	G7	40	0,237	0,296	0,029	0,6	0,8	86,03	+20,45	+11,02	30	0,282	0,441	0,040	0,8	0,6	79,86	+32,85	+11,21	
8-GN + CF	Témoin + FML	H8	G7	41	0,262	0,285	0,034	0,6	0,9	85,66	+19,16	+12,83	40	0,317	0,461	0,046	0,8	0,7	78,8	+33,04	+12,78	
9-GN + CF	Témoin + Bois Frais	H8	G7	39	0,286	0,295	0,038	0,6	1,0	84,51	+20,44	+13,17	38	0,340	0,471	0,049	0,9	0,7	78,11	+33,46	+13,05	

2. Résultats et interprétation des dégustations

Lors de la dégustation le vin n°2 : modalité « ajout de sucres » n'a pas pu être dégusté pour la série d'assemblages grolleau noir + cabernet franc (GN+CF). En effet, dans les bouteilles prélevées pour la dégustation de cette modalité la fermentation alcoolique avait repris, la dégustation est alors biaisée : le CO₂ produit par cette fermentation occulte tous les arômes et saveurs du vin par pétilllement notamment. La couleur est également troublée par ce gaz et les microorganismes. Cette reprise de fermentation peut s'expliquer à la vue des résultats d'analyses physico-chimiques. En effet, on voit qu'il reste dans ce vin 3,90 mg/L de sucres résiduels sensibles d'être consommés par des levures ou bactéries si la filtration à la mise en bouteilles n'a pas été assez efficace ou si le vin a été contaminé par le bouchon ou l'air ambiant (mise en bouteilles). C'est cette dernière supposition que l'on privilégie ici. De plus, s'il n'est pas assez protégé ; ce qui est notre cas ici avec seulement 9 mg/L de SO₂ libre le milieu ne sera pas défavorable aux microorganismes. On n'a donc pas pu inclure les notes attribuées à cette modalité dans le logiciel de traitement. La modalité 2 issue du grolleau noir seul a, elle, pu être dégusté dans les règles bien qu'une des deux bouteilles utilisées pour la dégustation ai aussi été touchée par la reprise de fermentation. Les juges ont tous dégusté le vin de la bouteille intacte. Les résultats ont donc été traités cette fois ci.

2.1. Dégustation de la série de vins issus du grolleau noir seul

On présente ci-dessous les résultats de la dégustation d'abord d'une manière générale puis en rentrant dans les détails qui nous intéressent spécifiquement pour notre étude. Les résultats des deux dégustations : vins issus de l'assemblage et vins issus du GN pur ; sont présentés et interprétés séparément.

Le tableau 6 ci-après, appelé tableau « effet produits » par Tastel, nous indique plus précisément les pourcentages de significativité que possèdent entre elles les notes attribuées pour les différents descripteurs. Ce tableau est essentiel car c'est ce pourcentage de significativité qui donne tout le poids à notre analyse des données.

On constate que seuls 7 descripteurs sur les 17 jugés à la dégustation ont été jugés différemment, au seuil de 5%, entre les modalités. Ils sont indiqués ici par un astérisque. L'étude au risque de 5% signifie qu'on a 5% de risque de se tromper en disant que tel produit a remporté telle note. On remarque qu'au-delà de 5% de seuil de significativité, les valeurs de risque de se tromper s'étirent de 10,4% pour la complexité olfactive à 85,6% pour la qualité globale. On peut donc choisir d'interpréter tout de même les notes attribuées pour certains descripteurs, surtout s'ils sont importants pour notre étude. On pourra alors parler de tendance et non plus de significativité. Ici, nous avons donc choisi d'interpréter les résultats de sucre pour laquelle le % de risque est de 12,4%. On pourrait faire de même avec la complexité olfactive ou la note végétale mais ces descripteurs nous intéressent moins. A l'inverse, on ne peut parler de différence entre les modalités pour ce qui est de la qualité globale du produit par exemple, ou le % de risque est bien trop élevé.

On expose ci-après en figure 8 le diagramme présentant un résultat global de la dégustation des vins issus de GN pur. Ce dernier est intéressant car il nous permet de voir du premier coup d'œil et pour une première approche les modalités qui se détachent des autres sur un ou plusieurs descripteurs. Pour une analyse plus fine on choisira spécifiquement les modalités à traiter. Ainsi, on peut voir sur ce diagramme radar que la modalité 3 : désacidification, se détache des autres (pour lesquelles les notes sont plus fondues) notamment de par sa qualité de couleur qui semble moins bonne et sa qualité olfactive qui semble meilleure que les autres. Le témoin à tendance à se démarquer légèrement. On comprend en observant ce graphique qu'une analyse plus fine de la dégustation est nécessaire.

Tableau 6 : tableau représentant les descripteurs pour lesquels les juges ont trouvé une différence significative entre les modalités (GN pur)

Variables	sig	%sig
NOTE FRUITÉE		39,4
NOTE FLORALE		51,9
NOTE VÉGÉTALE		15,1
NOTE LACTIQUE	*	0,5
NOTE ÉPICEE	*	1,7
NOTE EMPYREUMATIQUE	*	0,5
COMPLEXITÉ OLFACTIVE		10,4
QUALITÉ OLFACTIVE	*	4,3
ACIDITÉ	*	2,0
SUCROSITÉ		12,4
GRAS-VISCOSITÉ		20,6
AMERTUME		64,7
PERSISTANCE AROMATIQUE		46,7
QUALITÉ GUSTATIVE		56,6
INTENSITÉ DE LA COULEUR	*	0,1
QUALITÉ DE LA COULEUR	*	0,1
QUALITÉ GLOBALE		85,6

Graphique représentant les moyennes des notes attribuées pour chaque descripteur et à chaque modalité.

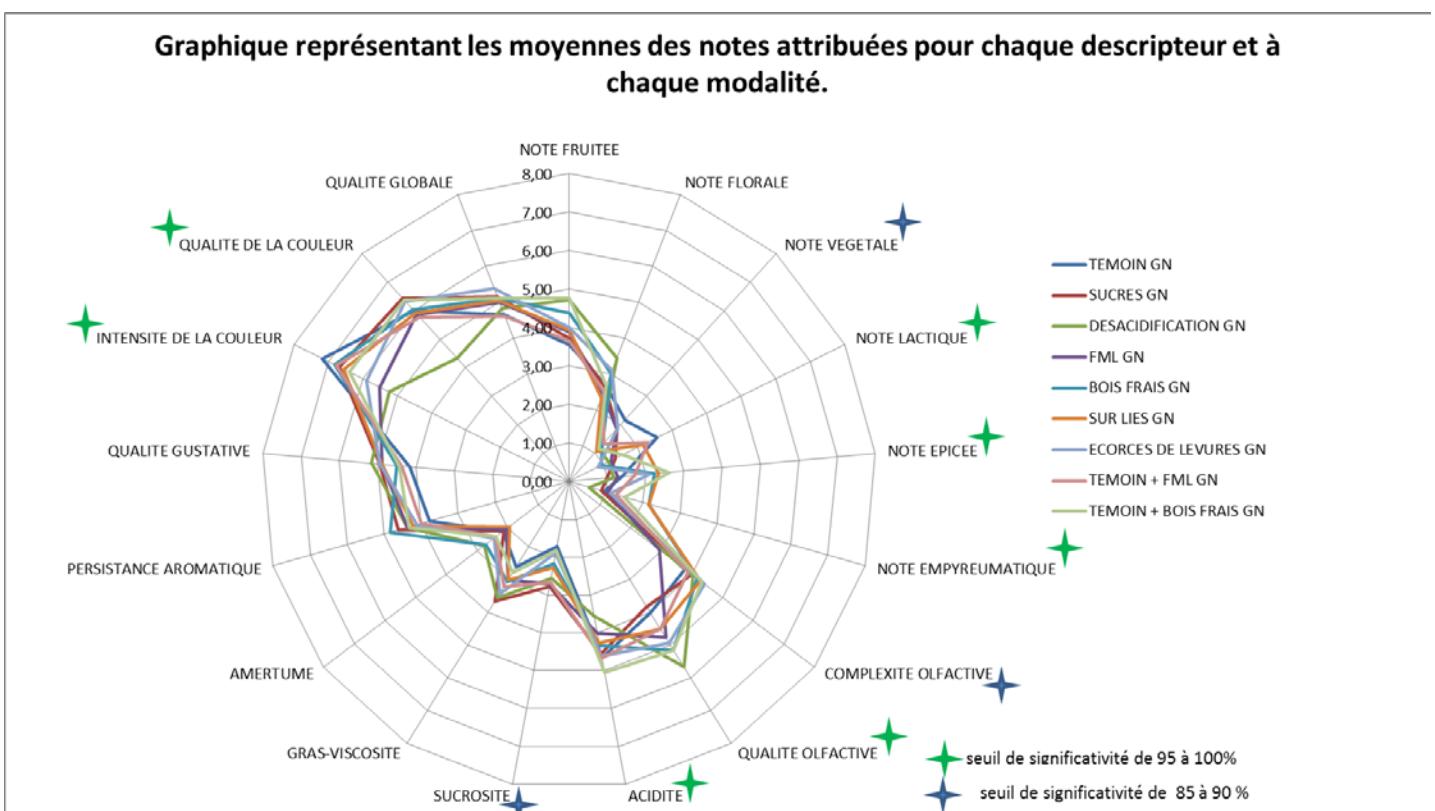


Figure 8: Graphique représentant les moyennes des notes attribuées pour chaque descripteur et à chaque modalité.
(GN pur)

2.1.1. Etude de l'impact des modalités désacidifiantes

Sur le diagramme 9 ci-contre, on constate qu'au nez, aucune modalité ne tire clairement son épingle du jeu sur l'ensemble des descripteurs, les notes sont de plus relativement basses. La modalité « désacidification » semble plus fruitée et florale tandis que le témoin ressort plus lactique. Au risque de 5% on peut tout de même dire que la modalité « désacidification » est la plus appréciée olfactivement (moyenne de 5,66) C'est le témoin qui plaît le moins (moyenne de 4,00). En bouche les juges s'accordent à ne pas trouver de différences significatives entre les modalités. Seule l'acidité est jugée plus élevée, au risque de 5% pour le témoin, les modalités désacidifiantes ne se départagent pas beaucoup derrière (moyenne de 4 pour la FML et de 3,55 pour la désacidification). Cette proximité dans les notes se retrouve à la lecture des résultats d'analyses physico-chimiques : on a un pH de 3,73 pour la modalité désacidifiée et un pH de 3,34 pour la modalité FML. Au niveau de l'acidité totale là encore les valeurs sont proches : 3 mg d'H₂SO₄/L pour la modalité 3 contre 3,4 mg/L pour la 4. On constate que les vins désacidifiés ont gagné en sucrorité même si l'écart constaté reste faible (en moyenne 1 point de gagné sur le témoin). Les notes attribuées sont basses et les juges font d'ailleurs plus difficilement la différence entre les modalités (risque de 12,4%). Là encore, si on corrèle cette analyse avec les résultats des analyses physico chimiques on constate que les modalités 3 et 4 possèdent respectivement 0,85 et 0,55 g de sucres résiduels/L. Enfin, visuellement, et au seuil de 5%, on peut dire que le témoin est plus apprécié (moyenne de 6,00) par les dégustateurs, la couleur de la modalité « désacidification » l'est beaucoup moins (couleur orangée) avec une moyenne de 4,33. Là encore, les résultats des analyses colorimétriques (avant et après correction) soutiennent cette constatation : les valeurs de a* sont beaucoup plus faibles (la couleur tire sur le jaune) et la teinte de la case occupée sur le nuancier est beaucoup plus orangée (H7 et G6).

2.1.2. Etude de l'impact des modalités masquantes

Sur le diagramme 10 ci-contre, on a choisi ici de ne pas inclure la modalité 2 « sucres », dont le potentiel sucrant est avéré, mais de se concentrer plutôt sur celles pour lesquelles l'effet est davantage masquant avec une sucrorité apportée plus par des polysaccharides que des sucres fermentescibles. A la vue du graphique on constate que les notes attribuées sont assez fondues. On peut cependant noter quelques éléments remarquables. Au nez tout d'abord les notes sont majoritairement basses sur la plupart des descripteurs. Etonnamment, la modalité « bois frais » ne paraît pas la plus épicee aux juges, caractère qui d'habitude ressort. Les vins arrivent tout de même juste à la moyenne en ce qui concerne leur qualité olfactive. Ce sont les modalités bois frais et écorces de levures qui arrivent en tête (respectivement avec des moyennes de 5,17 et 4,94), le témoin étant le moins apprécié. En bouche, les juges s'accordent à ne pas trouver de différences significatives entre les vins qui leur sont proposés. Les notes d'acidité et de sucrorité, caractères qui nous intéressent plus particulièrement, sont assez fondues entre elles. Les résultats d'analyses chimiques confirment cette tendance pour l'acidité avec dans l'ordre des pH de 3,28 ; 3,26 et 3,26 et des acidités totales de 4 ; 4 et 4,1 mg d'H₂SO₄/L pour les modalités 5, 6 et 7. Cependant les taux de sucres résiduels sont eux plus différents : respectivement de 0,35 ; 1,05 et 2,05 g/L. D'une manière générale, la sensation sucrée n'est pas perçue comme supérieure pour les modalités masquantes. (Moyennes de 2,16 ; 2,27 et 1,88 pour les modalités 5,6 et 7). Visuellement, et au risque de 5%, la modalité « écorces de levures» est jugée la plus qualitative. On ne peut pas interpréter les notes pour ce qui est de la qualité globale des produits, le seuil de significativité se situant à 85,6%.

Etude de l'impact des modalités désacidifiantes

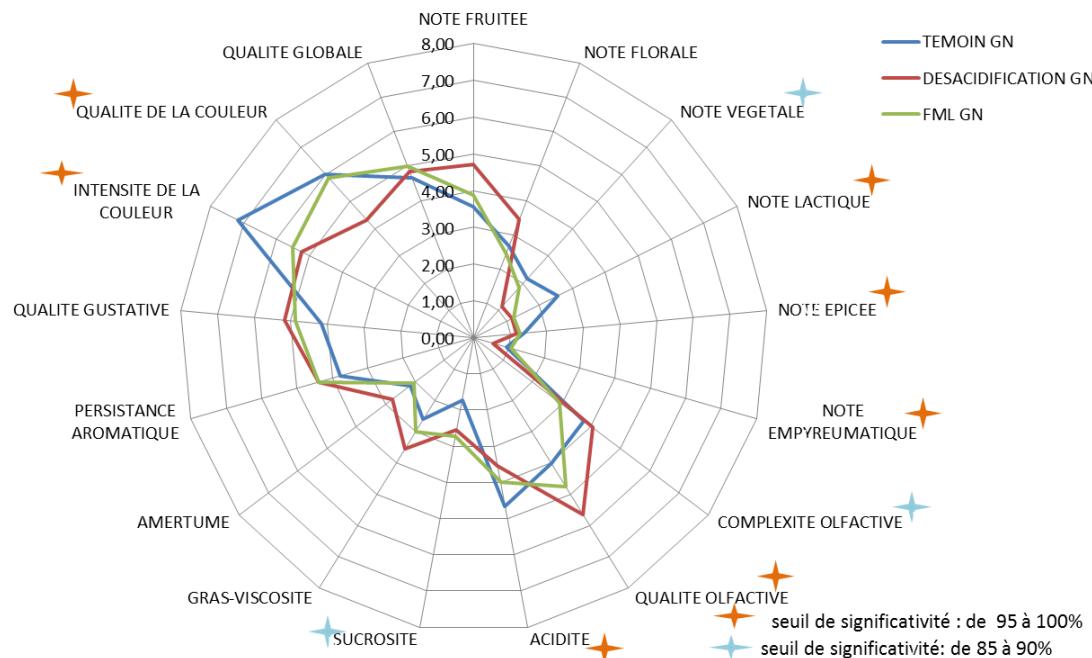


Figure 9 : Etude de l'impact des modalités désacidifiantes (GN pur)

Etude de l'impact des modalités masquantes

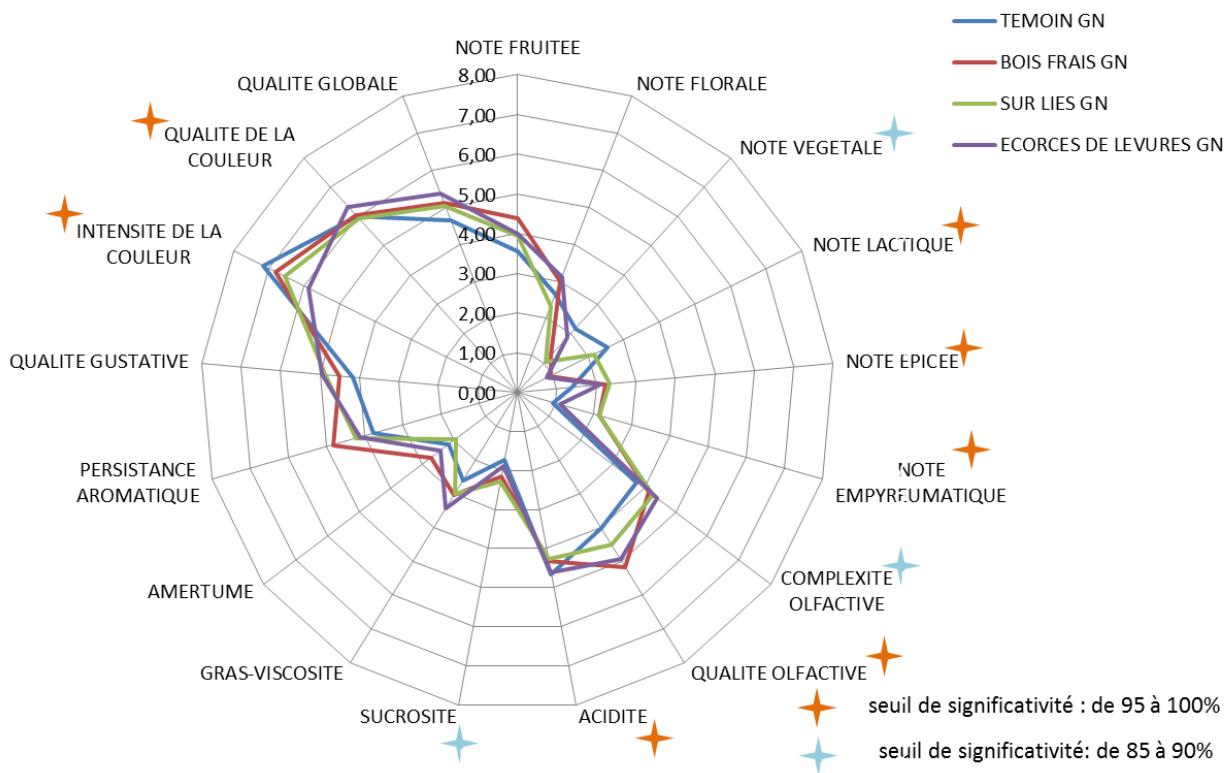


Figure 10 : Etude de l'impact des modalités masquantes (GN pur)

2.1.3. Etude de l'impact de l'ajout de sucre

Sur le diagramme 11 ci-contre, on constate ici qu'au nez, les deux modalités suivent en général la même tendance bien que le témoin paraisse posséder une note lactique plus élevée. Les juges ne font qu'une différence minime entre les deux modalités d'un point de vue qualité olfactive (4,00 pour le témoin et 3,83 pour l'ajout de sucre). En bouche, les différences paraissent plus nombreuses, bien que le seuil de significativité ne permette pas de conclure à des différences entre les modalités pour la majorité des descripteurs. On peut seulement noter, qu'au risque de 12,4%, les dégustateurs trouvent le vin supplémenté en sucre plus sucré d'un point par rapport au témoin (1,72 contre 2,77), l'acidité leur paraissant inchangée (seuil de 0,1%). Ce constat est appuyé par les résultats d'analyses chimiques. En effet, le taux de sucres résiduels du témoin est de 0,9 g/L contre 3,95 g/L pour la modalité 2. D'un point de vue acidité les valeurs de pH sont les mêmes 3,26, les valeurs d'acidité totale le confirmant : 4 pour le témoin et 4,1mg d'H₂SO₄/L pour la modalité 2.

Visuellement, l'intensité de la couleur du vin témoin est jugée meilleure que celle du vin supplémenté en sucres ; c'est cependant l'inverse qui ressort pour les notes de qualité de la couleur (6,44 pour la modalité 2 contre 6,00 pour le témoin). Les dégustateurs semblent préférer un vin rosé de faible intensité visuelle.

On ne peut, encore une fois, comparer la qualité globale des produits (% de risque à 85,6%).

2.1.4. Groupes de tendances

On peut aussi observer la segmentation des modalités en groupes homogènes. Cette segmentation est réalisée pour chaque descripteur.

On a repris dans les tableaux ci-contre cette segmentation sur les descripteurs qui nous intéressent plus particulièrement. On reprend ici les moyennes attribuées à chaque modalité pour le descripteur choisi et on rajoute le groupe. C'est le logiciel de traitement des données qui créé ces groupes. Plus on avance dans l'alphabet plus les notes évoluent négativement (vers le 0).

Ainsi, les tableaux 7 et 8 présentent les résultats d'acidité et de sucrerie pour les modalités désacidifiantes d'une part et les modalités masquantes de l'autre. On constate que les modalités masquantes se situent toutes dans le même groupe de tendance en ce qui concerne leur acidité. Si l'on compare toutes les modalités c'est la désacidification qui paraît la plus faible. On peut donc en conclure que les modalités « désacidification » et « FML » remplissent logiquement leur rôle. Le témoin reste le plus acide. Concernant les modalités masquantes, même si l'écart de perception de l'acidité est moindre, ce résultat est beaucoup plus intéressant. En effet, il montre qu'en mettant en œuvre ces nouvelles techniques œnologiques, il est tout à fait possible de diminuer la sensation acide à la dégustation. Toutefois, avec ce premier millésime, il est impossible de mettre en avant une technique masquante plus que l'autre (toutes dans le groupe CBA).

Les tableaux 9 et 10 représentent le jugement hédonique des dégustateurs, c'est-à-dire les descripteurs qui engagent leurs goûts personnels. Ils doivent juger de la qualité des vins à la fois sur les trois aspects de la dégustation et plus globalement. On remarque que d'une manière générale, les vins ont été assez appréciés, ils sont tous classés aux alentours de la moyenne (4,5/9) et même souvent au-dessus.

On constate dans les deux tableaux que la qualité gustative et la qualité globale des modalités présentées n'ont pas été jugées significativement différentes par les juges. On ne peut pas non plus tirer de conclusion de tendance, les % de risque étant trop élevés : 86,5% pour la qualité gustative et 56,6 % pour la qualité globale.

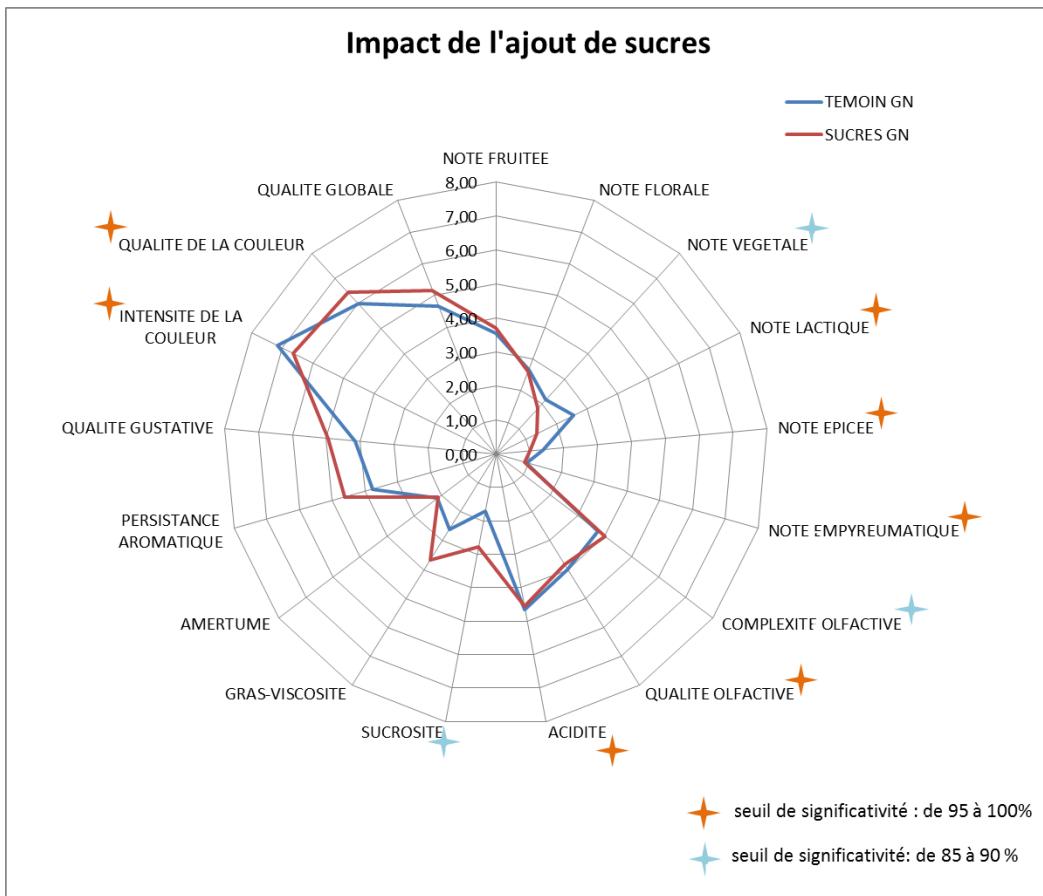


Figure 11 : Impact de l'ajout de sucres (GN pur)

Tableau 7: Tableau classant par groupes de tendances d'acidité et de sucrerie les modalités désacidifiantes (GN pur)

modalité	acidité		sucrosité	
	groupes	moyennes	groupes	moyennes
témoin	BA	4,66	A	1,72
désacidification	C	3,55	A	2,55
FML	CB	4	A	2,72

Tableau 8: tableau classant par groupes de tendances d'acidité et de sucrerie les modalités masquantes (GN pur)

modalité	acidité		sucrosité	
	groupes	moyennes	groupes	moyennes
témoin	BA	4,66	A	1,72
Bois frais	CBA	4,33	A	2,16
sur lies	CBA	4,27	A	2,27
écorces de levures	CBA	4,94	A	1,88

Tableau 9: Tableau classant par groupes de tendances de qualité les modalités désacidifiantes (GN pur)

modalité	qualité olfactive		qualité gustative		qualité de la couleur		qualité globale	
	groupes	moyennes	groupes	moyennes	groupes	moyennes	groupes	moyennes
témoin	C	4	A	4,16	BA	6	A	4,66
FML	CBA	4,77	A	4,88	BA	5,88	A	5
Désacidification	A	5,16	A	5,17	C	4,33	A	4,83

Tableau 10 : Tableau classant par groupes de tendances de qualité les modalités masquantes (GN pur)

modalité	qualité olfactive		qualité gustative		qualité de la couleur		qualité globale	
	groupes	moyennes	groupes	moyennes	groupes	moyennes	groupes	moyennes
témoin	C	4	A	4,16	BA	6	A	4,66
bois frais	BA	4,17	A	4,5	BA	6,05	A	5,11
sur lies	CBA	5,4	A	4,88	BA	5,94	A	5,05
écorces de L	CBA	4,94	A	4,94	BA	6,33	A	5,38

Les modalités sont donc classées dans un même groupe. On peut donc tirer la conclusion suivante : on a réussi à jouer sur l'équilibre sucre/acide des vins en produisant à la fois des vins moins acides et d'autres avec une tendance plus sucrée ; sans cependant qu'ils soient jugés plus qualitatifs globalement. Pour ce qui est de la qualité olfactive, c'est le vin désacidifié qui remporte le plus de succès avec une note moyenne de 5,16/9, il se détache de l'ensemble des autres modalités. Dans les deux tableaux, c'est le témoin qui remporte le moins de succès (moyenne de 4/9). Entre ces deux modalités deux groupes se forment : la modalité « bois frais » semble assez appréciée (groupe AB), les modalités élevage sur lies, écorces de levures et FML occupant un classement plus intermédiaire.

On a donc ici réussi à produire des vins jugés plus qualitatifs olfactivement que le témoin.

D'un point de vue qualité de la couleur on fait le même constat que précédemment : la modalité 3, classée seule dans le groupe C, est dépréciée par les juges de par sa couleur orangée. Toutes les autres modalités exposées occupent le même groupe de tendances. C'est la modalité « sucres », non exposée ici, qui possède la couleur jugée la plus qualitative (groupe A). On a, là encore, réussi à produire un vin plus qualitatif que le témoin.

On notera pour cette dégustation que l'assemblage témoin + bois frais est apprécié d'un point de vue qualité olfactive (groupe BA) et de la couleur (groupe BA). L'assemblage Témoin + FML est beaucoup moins apprécié sur ces deux critères : respectivement groupe CB et groupe B.

2.2. Dégustation de la série de vins issus de l'assemblage GN+CF

On a choisi de ne pas exposer ici le diagramme général d'analyse de la dégustation des vins issus de l'assemblage Grolleau noir + Cabernet Franc à la fois par souci de place mais également parce que, comme souligné pour la première dégustation il ne nous apporte pas beaucoup d'informations. On peut toutefois dire que les modalités FML et désacidification ressortent plus particulièrement. Le vin ayant subi une FML est jugé moins qualitatif olfactivement que ceux issus d'autres modalités ; même constat pour la qualité gustative et globale. En revanche l'intensité de la couleur semble être meilleure. Comme pour la première dégustation la modalité désacidification semble être moins appréciée au niveau de la couleur mais procure la sensation la moins acide, la plus sucrée et la plus grasse. On notera que les dégustateurs ont trouvé une forte note épicee pour la modalité bois frais. Dans le tableau 11 ci-contre on constate cette fois que 10 descripteurs sur les 17 évalués sont jugés significativement différents entre les modalités.

2.2.1. Impact des modalités désacidifiantes

Sur le diagramme 12 ci-contre, on constate que les modalités se départagent davantage sur les descripteurs olfactifs que pour la première dégustation mais les notes restent basses. La modalité désacidification semble la plus fruitée (moyenne de 4,44), la plus florale (moyenne de 2,55) et la plus végétale (moyenne de 1,83). Pour cette raison elle arrive en tête des notes accordées pour la complexité olfactive (moyenne de 4,05 contre 3,38 pour le témoin et 2,83 pour la FML). Les dégustateurs n'ont pu départager la qualité olfactive du produit : risque de 27,5%.

En bouche, on constate qu'il y a beaucoup de disparités entre les modalités. En effet, on observe qu'au niveau de l'acidité le témoin ressort plus acide (moyenne de 5,22) tandis que les modalités désacidification et FML se situent plus d'un point en dessous avec des moyennes respectives de 3,55 et 4,33. Elles remplissent donc bien leur rôle de diminution de l'acidité des vins. Pour ce qui est de la sucrerie là encore les résultats sont encourageants. En effet, les techniques désacidifiantes gagnent plus d'un point de moyenne sur le témoin avec des moyennes de 3,55 pour la modalité 3 et de 2,44 pour la 4 contre 2,00 pour le témoin. On peut donc dire que, contrairement à la première dégustation, l'utilisation de ces techniques à un effet exhausteur du goût sucré des vins. Les notes attribuées pour le descripteur « gras-viscosité » suivent la même tendance que celles attribuées pour la sucrerie, avec une

Tableau 11: descripteurs pour lesquels les juges ont trouvé une différence significative entre les modalités (GN+CF)

Paramètres	sign	%sign
note fruitée	*	5,0
note florale	*	0,9
note végétale	*	0,9
note lactique		57,2
note épicée		10,3
note empyreumatique		60,1
complexité olfactive	*	35,4
qualité olfactive		27,5
acidité	*	1,0
sucrosité		5,5
gras viscosité	*	0,9
amertume	*	0,8
persistence aromatique	*	1,0
qualité gustative	*	0,5
intensité de la couleur	*	0,0
qualité de la couleur		11,2
qualité globale		62,7

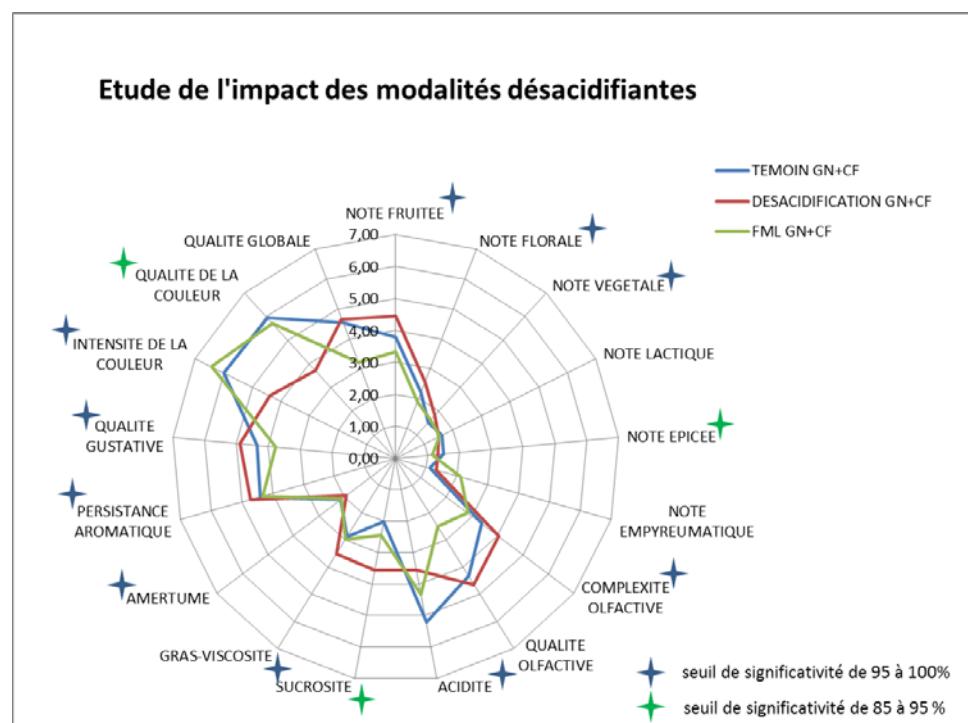


Figure 12 : Etude de l'impact des modalités désacidifiantes (GN+CF)

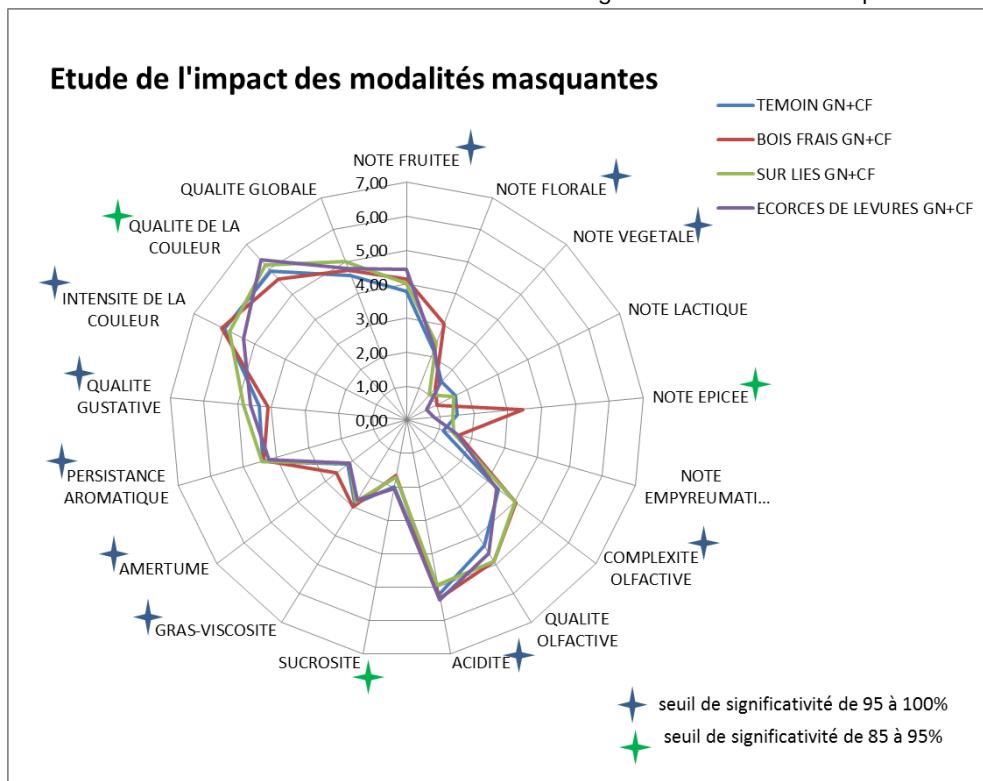


Figure 13: Etude de l'impact des modalités masquantes (GN+CF)

moyenne maximale de 3,52 attribuée à la modalité 3. Ces deux sensations vont souvent de pair lors d'une dégustation. Les notes attribuées à ces descripteurs restent basses de par le caractère sec du vin. La qualité gustative, jugée significativement différente d'une modalité à l'autre par les dégustateurs, semble être la meilleure pour la modalité désacidification (moyenne de 4,88) et la moins bonne pour la modalité FML (moyenne de 3,77). Visuellement, les juges trouvent une grande différence entre les modalités. D'un point de vue intensité de la couleur c'est la modalité FML qui remporte leur vote avec une moyenne de 6,44. C'est cependant le témoin jugé le plus qualitatif (moyenne de 5,94). La couleur orangée du vin n°3 déplaît, il est le plus mal noté avec une moyenne de 3,72 pour la qualité de la couleur.

On ne peut juger de la qualité globale des produits, les seuils de significativité étant trop faibles.

2.2.2. Impact des modalités masquantes

Sur le diagramme 13, on peut ici constater que les notes sont beaucoup plus fondues et les modalités moins démarquées que sur le diagramme précédent.

Au nez on constate que la modalité bois frais se démarque au niveau de la note florale (moyenne de 4,16) et plus particulièrement de la note épicee (moyenne de 3,44 contre environ 1,33 pour les autres modalités). Ceci semble logique car l'ajout de bois lors de l'élevage d'un vin apporte généralement ces notes épicees. D'un point de vue complexité olfactive ce sont les modalités élevage sur lies et bois frais qui ressortent avec une moyenne de 4,00 et 4,02 (respectivement).

Du côté de la bouche les juges n'ont pas été capables de départager les modalités au niveau des sensations d'acidité et de sucrorité. Les notes sont en moyenne de 5,20 pour l'acidité et de 1,80 pour la sucrorité. On fait le même constat au niveau des résultats d'analyses chimiques, les valeurs de pH et taux de sucres résiduels étant très homogènes (en moyenne respectivement pH=3,28 et 0,45 g/L de sucre). Ce jugement homogène pour les modalités masquantes comparées au témoin ressort pour tous les autres descripteurs gustatifs. La qualité gustative est jugée la meilleure pour la modalité 6 (moyenne de 4,83) et la « moins bonne » pour la modalité 5 (moyenne de 4,11).

Visuellement, la couleur des vins est jugée assez homogène par les dégustateurs. C'est la modalité écorces de levures (7) qui plaît le plus avec une moyenne de 6,38.

Les juges ne font pas la différence entre les qualités globales des produits proposés (risque de 62,7%)

2.2.3. Groupes de tendances

On a choisi d'inclure dans les tableaux 12 et 13 ci-contre, le descripteur gras/viscosité d'une part car les notes qui lui sont attribuées pour les différentes modalités sont significatives et d'autre part car il est très souvent associé à la sucrorité. En effet la sensation tactile de viscosité (ou gras en langage œnologique) est souvent corrélé à un taux de sucres important. On constate qu'il existe beaucoup de « groupes » de tendances différents pour le descripteur acidité : chaque modalité occupe en fait un groupe ; signe que les dégustateurs ont réellement fait la différence entre chaque modalité.

On constate que c'est bien la modalité ayant la tendance la plus sucrée (désacidification) avec une note moyenne de 3,55/9 qui possède également le plus de viscosité ; elle occupe à elle seule le groupe A. D'une manière générale, les notes de sucrorité et de gras/viscosité ne sont pas très élevées ce qui est normal pour des vins secs. Pour les modalités masquantes, c'est la modalité bois frais qui possède le plus de viscosité (groupe C).

Tableau 12 : tableau classant par groupes de tendances d'acidité et de surosité les modalités désacidifiantes (GN+CF)

modalité	acidité		sucrosité		gras/viscosité	
	groupes	moyennes	groupes	moyennes	groupes	moyennes
témoin	D	5,22	A	1,72	D	2,88
désacidification	G	3,55	A	3,55	A	3,52
FML	F	4,33	A	2,44	C	2,97

Tableau 13 : Tableau classant par groupes de tendances d'acidité et de surosité les modalités masquantes (GN+CF)

modalité	acidité		sucrosité		gras/viscosité	
	groupes	moyennes	groupes	moyennes	groupes	moyennes
témoin	D	5,22	A	1,72	D	2,88
Bois frais	B	5,33	A	2,16	C	3
sur lies	E	4,94	A	2,27	E	2,83
écorces de levures	A	5,38	A	1,88	F	2,77

Tableau 14 : Tableau classant par groupes de tendances de qualité les modalités désacidifiantes (GN + CF)

modalité	qualité olfactive		qualité gustative		qualité de la couleur		qualité globale	
	groupes	moyennes	groupes	moyennes	groupes	moyennes	groupes	moyennes
témoin	A	4,33	D	4,36	A	5,94	A	4,55
FML	A	2,5	F	3,77	A	5,72	A	3,22
Désacidification	A	4,66	A	4,88	A	3,72	A	4,66

Tableau 15 : Tableau classant par groupes de tendances de qualité les modalités masquantes (GN + CF)

modalité	qualité olfactive		qualité gustative		qualité de la couleur		qualité globale	
	groupes	moyennes	groupes	moyennes	groupes	moyennes	groupes	moyennes
témoin	A	4,33	D	4,36	A	5,94	A	4,55
bois frais	A	4,88	E	4,11	A	5,61	A	4,72
sur lies	A	4,88	A	4,83	A	6,16	A	5
écorces de L	A	4,61	B	4,61	A	6,38	A	4,77

Le jugement hédonique des dégustateurs (tableaux 14 et 15) est ici moins intéressant que pour la première dégustation. En effet, il n'y a que sur la qualité gustative que les juges font une différence significative entre les vins de l'étude.

La différence est d'autant plus significative que beaucoup de groupes de tendances émergent. En ce qui concerne les modalités désacidifiantes, c'est la désacidification qui est préférée : groupe A et moyenne de 4,88/9. Pour les modalités masquantes, c'est l'élevage sur lies qui se classe en tête dans le groupe A également. La modalité les moins appréciées sont la FML (groupe F) et la modalité bois frais (groupe E). Le témoin se situe donc plus dans la moyenne. On a cependant réussi à produire des vins plus qualitatifs d'un point de vue gustatif.

Encore une fois on peut dire ici qu'on a réussi à modifier l'équilibre sucre/acide (équilibre gustatif) ce qui a été reconnu par les juges qui ont à la fois trouvé des différences significatives entre les vins pour ces deux critères et constaté des différences de qualité gustative. Ils n'ont cependant pas trouvé de différences significatives d'un point de vue qualité globale entre les vins de l'étude, les aspects olfactifs et visuels jugés plus fondus ne l'ont pas permis.

On notera sur cette dernière dégustation que l'assemblage témoin + bois frais a tendance à être assez apprécié d'un point de vue qualité olfactive (moyenne de 4,77/9) et de couleur (moyenne de 5,77/9) mais moins d'un point de vue qualité gustative (groupe C). L'assemblage témoin + FML étant beaucoup plus en retrait au niveau des notes des qualités olfactive et de couleur mais occupe le groupe B en ce qui concerne la qualité gustative.

Conclusion

Cette première année d'étude sur notre sujet « étude de l'équilibre sucre/acide des vins secs : exemple des rosés » s'est globalement bien déroulée.

Du recueil des moûts chez le producteur à la mise en bouteilles des vins en passant par leur vinification les techniciens et ingénieurs de l'IFV ont œuvré à la bonne réalisation de toutes les étapes.

Seul bémol à noter : la levure initialement choisie pour la fermentation alcoolique ne s'est pas implantée. Elle a cependant été remplacée par une autre, identique dans toutes les modalités, et la fermentation a pu s'effectuer sans encombre.

Les analyses physico-chimiques réalisées tout au long de la vinification ont permis de vérifier que l'on se situait dans le bon respect des objectifs que l'on s'est fixé pour chaque modalité.

Les 18 dégustateurs présents à la dégustation organisée par l'IFV ont attribué des notes aux 9 vins issus du grolleau noir pur et aux 9 vins issus de l'assemblage grolleau noir (70%) et Cabernet Franc (30%).

Les vins issus des modalités n°2 (ajout de sucres) étant repartis en fermentation, la dégustation a été faussée. On a choisi de ne pas intégrer les notes données pour cette modalité pour la seconde dégustation (vins issus de l'assemblage).

Ils ont globalement trouvé des différences significatives entre les vins mais pas pour tous les descripteurs imposés.

Des différences ont été clairement établies entre les modalités pour le caractère acide. Malheureusement, on ne peut observer qu'une tendance pour ce qui est de la sucrosité des vins.

On a donc généralement réussi à modifier le déséquilibre gustatif sucre/acide des rosés secs élaborés pour notre étude sans pour autant qu'ils soient globalement appréciés par les dégustateurs.

En effet, le témoin est, pour nos deux dégustations jugé le plus acide et le moins sucré. Pour autant, on ne peut pas conclure quant à la qualité globale des vins, les notes attribuées aux différentes modalités ne présentant pas de différence significative.

Si l'on fait le point, pour la première dégustation c'est la modalité « désacidification » qui est perçue la moins acide et la modalité « sucres » qui a tendance à être considérée le plus sucrée. Pour la deuxième dégustation la modalité la moins acide et qui a tendance à être la plus sucrée est la désacidification.

Ainsi, pour les prochaines années de notre étude on étudiera plus en profondeur l'effet de la désacidification chimique avec, pourquoi pas, l'ajout de modalité à différentes concentration en bicarbonate de potassium. On étudiera plus spécifiquement l'impact des modalités dites « masquantes » qui sont relativement nouvelles et amenées à évoluer encore. Enfin, on contrôlera plus spécifiquement l'état sanitaire des vins issus de la modalité « ajout de sucres ».

Bibliographie

Articles :

- Bompars C., Le Guerche S., and Moine V., 2011. Intérêts qualitatifs de l'utilisation des bois frais en fermentation. Oenoplurimedia, Revue des œnologues 141 : 19-21.
- Cayla L., Pouzalgues N., and Masson G., 2010. Connaissance et maîtrise de la couleur des vins rosés. OIV 2010 : 7 p.
- Flanzy C., and Cayla L., 2006. Élaboration des vins rosés. Les cahiers itinéraires d'ITV France 11 : 40 p.
- Gerbaux V., and Briffoix C., 2001. Maîtrise de la fermentation malolactique : ensemencement bactériens des vins. Les cahiers itinéraires d'ITV France 2 : 16 p.
- Guanichot B., et Lauriol R., 2005. Mieux définir la sucrosité. Institut Rhodanien, Guide de la vinification rhodanienne 7 : 28-29.
- Marchal A., Marullo P., Moine V., and Dubourdieu D., 2011. Recherche sur les bases moléculaires de la saveurs sucrée des vins secs. Partie ½ : Effet de l'éthanol, du glycérol et des macromolécules de levures sur la sucrosité des vins secs : rôle de la protéine Hsp12. Oenoplurimedia, Revue des œnologues 141 : 9-11.
- Murat M-L., Gindreau E., Augustin C., Fuster A., and Malan S., 2007. De la bonne gestion de la fermentation malolactique. Partie 1/2 : Les fondamentaux de la fermentation malolactique. Oenoplurimedia, Revue des œnologues 124 : 24-28.
- Organisation International du Vin (OIV) ., 2009. Spectroscopie de réflexion dans le domaine du proche infra-rouge. Recueil des méthodes internationales d'analyse des boissons spiritueuses d'origine vitivinicoles, Paris : 14 p.
- Organisation International du Vin (OIV) ., 2009. Détermination des caractéristiques chromatiques. Recueil des méthodes internationales d'analyse des boissons spiritueuses d'origine vitivinicoles, Paris : 424 p.
- Puech C., 2003. Quantifier l'activité du Botrytis par le dosage de la laccase. Institut Rhodanien, Guide de la vinification rhodanienne 7 : 17-18.

Ouvrages :

- Blouin J., Cruège J., 2003. Analyse et composition des vins. Dunod/ La Vigne, Paris, 286 p.
- Bonder C., Silvestre R., 2005. Pratiquer les contrôles analytiques en œnologie. Educagri, Paris : 204 p.
- Ribéreau-Gayon P., Dubourdieu D., Donèche B., and Lonvaud A., 2012. Traité d'œnologie - Tome 1 : Microbiologie du vin, Vinifications. Dunod/ La Vigne, Paris : 676 p.
- Ribéreau-Gayon P., Glories Y., Maujean A., Dubourdieu D., 2012, Traité d'œnologie - Tome 2 : chimie du vin - stabilisation et traitements. Dunod/La Vigne, Paris : 624 p.

Sites Web :

- [9] www2.ac-clermont.fr/hygiene-securite/Risques_et_ambiances/Chimique/FDS/FDS_ethanal.pdf - Consulté le 5 Juin 2013
- [5] www.canalu.tv/video/universite_bordeaux_segalen_dcam/recherches_sur_les_bases_moleculaires_de_la_sucrosite_des_vins_secs.7992 - Consulté le 12 et 13 avril 2013
- [13] www.di-services.fr/gaz/G050_dioxyde_de_soufre.pdf - Consulté le 7 mai 2013
- [20] www.dicoduvin.com - Consulté le 12 et 15 avril 2013
- [8] www.icv.fr - Consulté le 8 et le 9 mai 2013
- [19] www.labivin.net - Consulté le 11 et 12 avril, et le 23 mai 2013
- [17] www.laffort.com/produits/nobile - Consulté le 11 et 12 avril 2013
- [18] www.larvf.com - Consulté le 15 avril 2013
- [6] www.lvvd.fr - Consulté le 17 mai 2013
- [4] moreau-oenologie.com - Consulté le 15 mai 2013
- [14] www.eno-bio.fr - Consulté le 9 et 10 mai 2013
- [10] www.oenologie.fr - Consulté le 15 et 17 mai 2013
- [16] pca.ujf-grenoble.fr/appareils/phmetrie/phmetrie.htm - Consulté le 13 mai 2013
- [11] www.schiele.fr/pdf_pdt/travauxWOLFBERGER.pdf - Consulté le 9 mai 2013
- [12] sn1.chez-alice.fr/vin/article/partie_4.htm - Consulté le 9 et 10 mai 2013
- [2] www.techniloire.com - Consulté le 11 et 12 avril, et le 17 mai 2013
- [7] www.thermo.com - Consulté le 9 et 10 mai 2013
- [3] www.vigevin.com - Consulté le 11 avril, les 13, 14 et 31 mai 2013 et le 5 juin 2013
- [1] www.vigevin.com/l institut/presentation-de-lifv.html - Consulté le 11 avril 2013
- [15] www.vigevin-sudouest.com - Consulté le 7, 8, 17 et 29 mai 2013
- [21] www.vinsdeloire.fr - Consulté le 13 et le 15 mai 2013
- [5bis] www.youscribe.com/catalogue/rapports-et-theses/savoirs/recherches-sur-les-bases-moleculaires-de-la-saveur-sucree-des-vins-685060 - Consulté le 15 et le 16 avril 2013

Table des illustrations

- Figure 1: Organigramme simplifié de l'IFV (www.vignevin.com)
- Figure 2: Situation des différents IFV en France (www.vignevin.com)
- Figure 3: itinéraire général de vinification (*IFV Angers*)
- Figure 4: Analyseur Konelab 20i (<http://www.labexchange.com/en/buy-devices/d/?sn=14463>)
- Figure 5: Modèle Lab (<http://pcco.online.fr/04fev2011/colorimetrie.htm>)
- Figure 6: Nuancier papier couleurs représentant les principales des vins rosés français (*ITV France groupe national rosé 1999*). NB : Le rendu des couleurs sur le nuancier proposé ne reflète pas la réalité.
- Figure 7: Oenotitrator Oeno 20 - Oenobio® - (<http://www.eno-bio.fr/Pages/generalites.html>)
- Figure 8: Graphique représentant les moyennes des notes attribuées pour chaque descripteur et à chaque modalité (dégustation GN pur)
- Figure 9 : Etude de l'impact des modalités désacidifiantes (GN pur)
- Figure 10 : Etude de l'impact des modalités masquantes (GN pur)
- Figure 11 : Impact de l'ajout de sucres (GN pur)
- Figure 12 : Etude de l'impact des modalités désacidifiantes (GN+CF)
- Figure 13 : Etude de l'impact des modalités masquantes (GN+CF)

Table des tableaux

- Tableau 1 : Résumé des analyses physico-chimiques à réaliser sur moûts et vins au cours de la vinification (*IFV Angers*)
- Tableau 2: Description de la couleur de 4 vins rosés – Analyses physico-chimiques, position sur le nuancier et qualificatif déterminés par 15 juges experts (*Centre de recherche et d'expérimentation du vin rosé-2002*)
- Tableau 3: Principaux microorganismes de la flore épiphyte et leurs métabolites oxydatifs combinant le SO2 (*Donèche 1999*)
- Tableau 4: Résultats des analyses physico-chimiques réalisées avant la dégustation : les dosages.
- Tableau 5: Résultats des analyses physico-chimiques réalisées avant la dégustation : les analyses de couleur
- Tableau 6: tableau représentant les descripteurs pour lesquels les juges ont trouvé une différence significative entre les modalités (GN pur)
- Tableau 7: Tableau classant par groupes de tendances d'acidité et de sucre les modalités désacidifiantes (GN pur)
- Tableau 8: tableau classant par groupes de tendances d'acidité et de sucre les modalités masquantes (GN pur)
- Tableau 9: Tableau classant par groupes de tendances de qualité les modalités désacidifiantes (GN pur)
- Tableau 10: Tableau classant par groupes de tendances de qualité les modalités masquantes (GN pur)
- Tableau 11: descripteurs pour lesquels les juges ont trouvé une différence significative entre les modalités (GN+CF)

Tableau 12: tableau classant par groupes de tendances d'acidité et de surosité les modalités désacidifiantes (GN+CF)

Tableau 13: tableau classant par groupes de tendances d'acidité et de surosité les modalités masquantes (GN+CF)

Tableau 14: Tableau classant par groupes de tendances de qualité les modalités désacidifiantes (GN+CF)

Tableau 15: Tableau classant par groupes de tendances de qualité les modalités masquantes (GN + CF)

Table des Annexes

Annexe 1 :Tableau récapitulatif des volumes de moûts récupérés chez le viticulteur et des volumes de vin prévus.

Annexe 2 : Définition des descripteurs pour évaluer les vins rosés secs de Loire

Môts	Modalités															
	Témoin		Diminution de l'acidité						Techniques masquantes							
	Témoin Sec < 3g/L		Désacidification		FML		Témoin + FML		Bois frais		Témoin + Bois frais		Elevage sur lies		Ecorces de levure	
	Volume de mût	VOLUME de vin final	Volume de mût	VOLUME de vin final	Volume de mût	VOLUME de vin final	Volume de mût	Volume de vin final	Volume de mût	VOLUME de vin final	Volume de mût	Volume de vin final	Volume de mût	VOLUME de vin final	Volume de mût	VOLUME de vin final
Zone Anjou 100 % Grolleau	50 (2 x 25)	25	25	25	25	12,5	0	25(12,5 T+ 12,5 FML)	25	12,5	0	25(12,5 T+ 12,5 CPX)	25	25	25	25
Zone Anjou 70 % Grolleau et 30 % Cabernet Franc	50 (2 x 25)	25	25	25	25	12,5	0	25(12,5 T+ 12,5 FML)	25	12,5	0	25(12,5 T+ 12,5 CPX)	25	25	25	25
Zone Touraine 100 % Gamay	50 (2 x 25)	25	25	25	25	12,5	0	25(12,5 T+ 12,5 FML)	25	12,5	0	25(12,5 T+ 12,5 CPX)	25	25	25	25
Zone Touraine 70 % Gamay et 30 % Cabernet Franc	50 (2 x 25)	25	25	25	25	12,5	0	25(12,5 T+ 12,5 FML)	25	12,5	0	25(12,5 T+ 12,5 CPX)	25	25	25	25
volume de mût/ bouteilles de vins	200	une trentaine / vin	100	une trentaine / vin	100	une quinzaine / vin	0	une trentaine / vin	100	une quinzaine / vin	0	une trentaine / vin	25	une trentaine / vin	25	une trentaine / vin

Annexe1 : Tableau récapitulatif des volumes de mûts récupérés chez le viticulteur et des volumes de vin prévus.

Annexe 2 : Définition des descripteurs pour évaluer les vins rosés secs de Loire

OLFACTION en verre noir

Descripteurs	Définitions	Méthodes d'évaluation
Note fruitée	Pamplemousse, citron, orange, mûre, framboise, fraise, cassis, cerise, abricot, pêche, poire, pomme, prune, coing, ananas, mangue, banane, bonbon anglais, raisin, pruneau, figue, amande fraîche.	Evaluez l'intensité des différents descripteurs sur le 1 ^{er} et le 2 ^{ème} nez (avant et après agitation).
Note florale	Rose, violette, géranium, acacia, aubépine, tilleul, fleur de sureau, jasmin, églantine, pivoine, lys, fleur de vigne, iris, bruyère, genêt, chèvrefeuille, verveine, lavande, miel.	
Note végétale	Foin, sous-bois, artichaut, tabac, asperge, poivron vert, champignon, fougère, chou.	
Note lactique	Beurre frais, brioche, yaourt, fermentaire (levures).	
Note épicee	Poivre, gingembre, clou de girofle, cannelle, muscade, vanille, thym, eucalyptus, menthe verte, anis, réglisse, fenouil.	
Note empyreumatique	Désigne toutes les odeurs des produits transformés par la chaleur et la torréfaction : fumée, brûlé, café, cacao, caramel, pain grillé, amandes et noisettes grillées, tabac.	
Complexité olfactive	Nombre d'odeurs présentes dans le vin, plus il y a d'odeurs différentes, plus le vin est complexe. 0 = pas complexe 9 = très complexe.	
Qualité olfactive	Appréciation personnelle de la qualité des odeurs. 0 = très désagréable 9 = très agréable	

GOUT : en verre noir

Descripteurs	Définitions	Méthodes d'évaluation
Acidité	Saveur acide perçue sur la langue. 0 = pas acide 9 = très acide	Evaluez l'acidité quand le vin est en bouche.
Sucrosité	Saveur sucrée. 0 = pas sucrée 9 = très sucrée	Evaluez la sucroïté quand le vin est en bouche.
Gras-viscosité	Sensation d'onctuosité, de viscosité. 0 = pas gras (eau) 9 = très gras (huile)	Evaluez le gras et la viscosité quand le vin est en bouche.
Amertume	Saveur amère perçue sur la langue (café non sucré, Suze, Schweppes). 0 = pas amer 9 = très amer	Evaluez l'amertume quand le vin est en fin de bouche.
Persistance aromatique	Prolongement de l'ensemble des sensations perçues en bouche. 0 = absence 1 = très faible 9 = très forte	Evaluez la persistance aromatique après avoir rejeté le vin.
Qualité gustative	0 = très désagréable 9 = très agréable	Appréciation personnelle de l'ensemble des sensations perçues en bouche.

VISION : passage en verre blanc

Descripteurs	Définitions	Méthodes d'évaluation
Intensité de la couleur	0= absence, 1 = très faible 9 = très forte	Posez le verre contre un fond blanc et évaluez l'intensité et la qualité de la couleur en regardant le verre en biais.
Qualité de la couleur	Appréciation personnelle de la couleur 0=très désagréable 9=très agréable	
Qualité globale	Appréciation personnelle de l'ensemble des sensations visuelles, olfactives, gustatives et aromatiques. 0 = très désagréable 9 = très agréable	

ABSTRACT

RESUME

Ce rapport est le témoin du travail effectué pendant 10 semaines à l’Institut français de la Vigne et du Vin d’Angers (basé sur les sites de Beaucouzé et Montreuil Bellay).

Cette entreprise œuvre chaque jour à l’évolution de la viticulture et de l’œnologie par l’élaboration de projets de recherche originaux dans un souci d’amélioration du quotidien des professionnels de la filière.

L’étude sur laquelle j’ai travaillé : « Etude de l’équilibre sucre/acide des vins secs : l’exemple des rosés » s’ancre dans ce processus d’évolution. Ce projet a été mis en place suite à une étude de marché faisant ressortir la difficulté de vendre ces vins de par leur caractère ressenti trop acide.

Dans ce projet ma mission était consacrée à l’analyse œnologique des différents vins constituants l’étude. J’ai ainsi pu en apprendre plus sur ce produit complexe qu’est le vin.

J’ai également participé aux opérations de vinification afin de pouvoir faire le lien entre les étapes clés de la fabrication des vins et les analyses physico-chimiques à effectuer à chacune de ses étapes.

Cette expérience professionnelle m’a permis d’œuvrer à la caractérisation des vins rosés secs du Val de Loire, et j’ai ainsi pu comprendre l’importance d’apporter à ces vins un équilibre gustatif.

This report is the witness of the work I have done for the past 10 weeks in the French Institute for Wine and Vineyards (IFV) (Beaucouzé & Montreuil Bellay).

This institute is working hard to improve the viticulture and enology, designing different unique research projects for the sake of easier daily life of the professionals.

The study I worked on: « Study of the Sugar/Acidity balance of dry wines: example of rosé” is based on that improvement willingness. This project has been set up following a market study which puts forward the difficulty to sell this kind of wines due to their sensation of acidity.

In that project, my main task was about all the enology analysis of the different wines of the study. So I have thus been able to learn a lot about this complex product.

I also worked on the vinification process, to link the key steps of the winemaking to the physic-chemical analysis to do in each one of these steps.

This professional experience allowed me to work on the characterization of the dry rosé of Val de Loire, and in that way I have been able to understand why it was important to bring to these wines a good balance of tastes.

