

Analyse du profil aromatique de vins blancs belges : étude de cas du cépage interspécifique Solaris

Présenté par Pierre-Antoine Foulon

Promoteurs : Prof. Sonia Collin (UCL/ELI/ELIM/INBR)
Ph.D. Student Laura Decourrière (UCL/ELI/ELIM/INBR)

Lecteurs : Jean-Bernard Despatures

Mémoire de fin d'études présenté en vue de l'obtention
du diplôme de **Bioingénieur : sciences agronomiques**

Remerciements

À l'issue de cette année passée en laboratoire, j'aimerais sincèrement exprimer ma gratitude.

En premier lieu, j'adresse mes remerciements appuyés au Professeur Sonia Collin, pour son accueil au sein du laboratoire d'Unité de Brasserie et des Industries Alimentaires et ainsi que pour ses conseils avisés au cours de nos discussions. La découverte et l'étude des vins ont été un réel plaisir personnel. De plus, je la remercie pour la précision de ses corrections à ce travail.

Je tiens également à remercier mon encadrante, Laura Decourrière, pour m'avoir transmis ses connaissances et aidé au quotidien. Son soutien et ses conseils ont été très précieux.

J'exprime ma gratitude aux maîtres de chai Jean-Bernard Despature et Bertrand Hautier pour le temps qu'ils ont pris pour me faire partager leur savoir notamment au travers de dégustations de vin.

J'aimerais également remercier les membres d'INBR qui m'ont rapidement intégré au sein de leur équipe. Pour leur encadrement dans l'apprentissage de l'utilisation du matériel employé, j'exprime ma reconnaissance à Elodie Devos et Etienne Bodart. Je les remercie pour leur aide face aux différentes difficultés rencontrées lors des manipulations. Merci également à Carlos Silva Pereira, Cécile Chenot, Celso Lorenzo, Matthieu Leclercq et Eloi Thibault de Chanvalon pour leur disponibilité et leur implication dans la réalisation de ce mémoire. Je salue chaleureusement les autres mémorants présents cette année au laboratoire INBR, et tout particulièrement Danaé Falesse, pour leur aide et leur soutien.

Enfin, je partage le fruit de ce travail avec ma famille et mes amis pour leur soutien cette année mais également tout au long de mon parcours universitaire.

Table des matières

Liste des figures	iv
Liste des tableaux	viii
Liste des abréviations	xi
Introduction	xii
1. Aperçu bibliographique	1
1.1. Le vin en Belgique	1
1.1.1. Description du terroir belge	1
1.1.2. Les cépages blancs autorisés	3
1.1.3. Description de deux chais sélectionnés	5
1.2. Processus de vinification en blanc	8
1.2.1. Egrappage, foulage, pressurage	8
1.2.2. Correction du moût et sulfitage	10
1.2.3. Débourage	12
1.2.4. Fermentation alcoolique et malolactique	12
1.2.5. Élevage et finitions	16
1.2.6. Mise en bouteille	18
1.3. Arômes variétaux dans deux cépages blancs	20
1.3.1. Les deux cépages blancs	20
1.3.2. Familles d'arômes	21
2. Matériel et méthodes	34
2.1. Echantillonnage des moûts et des vins	34
2.2. Conservation et stockage des échantillons de moût et de vin	34
2.3. Questionnaire pour les vignerons	35
2.4. Analyse sensorielle	35
2.5. Analyses de bases sur moût et vin	35
2.5.1. Détermination du pH d'un moût et d'un vin	37
2.5.2. Détermination de l'acidité totale d'un moût ou d'un vin	37
2.5.3. Détermination de la teneur en azote assimilable d'un moût	39
2.5.4. Dosage enzymatique de l'acide L-malique dans un moût ou dans un vin	40
2.5.5. Détermination de la densité d'un moût	41
2.5.6. Détermination de la teneur en sucres dans un moût via l'indice de réfraction	42
2.6. Extraction d'arômes	42
2.6.1. Technique SAFE (Solvent Assisted Flavour Evaporation)	42
2.6.2. Technique p-HMB – extraction des thiols	45

2.7.	Appareillage utilisé	47
2.7.1.	Principe de la GC-MS	47
2.7.2.	Principe du détecteur à photométrie de flamme pulsée - PFPD.....	48
2.7.3.	Principe du détecteur à ionisation de flamme (GC-FID).....	48
2.7.4.	Principe du détecteur olfactométrique (GC-O)	49
2.7.5.	Appareillages analytiques.....	49
2.8.	Identification des composés.....	53
2.8.1.	Mode full scan et mode SIM du détecteur MS.....	53
2.8.2.	Identification des composés.....	53
2.8.3.	Vérification des composés.....	54
2.9.	Quantification des composés	54
2.9.1.	Quantification sur base d'un chromatogramme	54
2.9.2.	Quantification de l'impact aromatique en GC-O.....	56
3.	Résultats et discussions.....	57
3.1.	Analyses de base réalisées sur moûts et vins.....	57
3.1.1.	Mesure du pH.....	57
3.1.2.	Mesure de l'acidité totale	57
3.1.3.	Calcul de la teneur en azote assimilable des moûts.....	58
3.1.4.	Dosage enzymatique de l'acide L-malique	59
3.1.5.	Teneur en sucres et taux alcoométrique potentiel du moût	59
3.2.	Analyses sensorielles.....	60
3.2.1.	La Foliette - Solaris 2017 - domaine du Chenoy - 12% alc./vol.	60
3.2.2.	« Soleil de chez nous » - Solaris 2017 - domaine du Chapitre - 13% alc./vol.	61
3.2.3.	Chardonnay by Chapitre 2017 - domaine du Chapitre – 12,5% alc./vol.	61
3.3.	Identification des composés aromatiques	62
3.3.1.	Analyses GC-MS et GC-O des extraits de moûts et de vins	62
3.3.2.	Identification du DMS.....	141
3.3.3.	Identification des produits soufrés (p-HMB).....	144
4.	Conclusion et perspectives.....	146
I.	Annexe I	Erreur ! Signet non défini.
II.	Annexe II	Erreur ! Signet non défini.
III.	Annexe III	Erreur ! Signet non défini.
IV.	Annexe IV	Erreur ! Signet non défini.
V.	Annexe V	Erreur ! Signet non défini.
	Références bibliographiques	CXLVIII

Liste des figures

Figure 1.1- 1. Carte des différents sols présents en Belgique	1
Figure 1.1- 2. Carte de la répartition du nombre de jours de pluie par an en Belgique	2
Figure 1.1- 3. Carte des différentes régions viticoles en Belgique (reprise de Oeno Belgium).....	3
Figure 1.2- 1. Résumé du procédé de vinification en blanc	8
Figure 1.2- 2. Pressoir moderne horizontal	9
Figure 1.2- 3. Pressoir vertical moderne.....	10
Figure 1.2- 4. Réactions catalysées par les polyphénoloxydases.....	11
Figure 1.2- 5. Equation de la fermentation alcoolique	12
Figure 1.2- 6. Schéma d'un densimètre.....	13
Figure 1.2- 7. Photo d'un mustimètre avec thermomètre intégré	13
Figure 1.2- 8. Réaction de la fermentation malolactique.....	16
Figure 1.2- 9. Types d'élevage et de conservation du vin après fermentation	17
Figure 1.2- 10. Réaction d'oxydation de l'éthanol en éthanal.....	17
Figure 1.2- 11. Structure chimique du TCA.....	19
Figure 1.3- 1. Equation de la formation du Linalol	21
Figure 1.3- 2. Obtention de 3-méthylbutanal à partir de la leucine	22
Figure 1.3- 3. Formation du phényacétaldéhyde à partir de phénylalanine et de dicarbone	22
Figure 1.3- 4. Synthèse d'acétoïne à partir d' α -acétolactate	23
Figure 1.3- 5. Formation de la β -amascenone à partir de la néoxanthine.....	24
Figure 1.3- 6. Réactions des 2-cétoacides en alcools primaires correspondants	25
Figure 1.3- 7. Réaction de synthèse du 4-vinylguaiacol et du 4-vinylphénol.....	26
Figure 1.3- 8. Formation du butyrate d'éthyle	29
Figure 1.3- 9. Formation d'un ester d'alcool supérieur à partir d'un acide issu de la β -oxydation d'un lipide	29
Figure 1.3- 10. Formation de gamma butyrolactone à partir de l'acide 4-hydroxybutanoïque	30
Figure 1.3- 11. Formation d'une furanone	31
Figure 1.3- 12. Formation du furfural	31
Figure 1.3- 13. Synthèse du furanmethanthiol à partir du furfural.....	31
Figure 1.3- 14. Structure chimique de la pyrazine non substituée	31
Figure 1.3- 15. Structure chimique du Pcys3SH, précurseur du 3SHol.....	32
Figure 2.5- 1 Réaction de transformation de l'acide L-malique en L-aspartate.....	40
Figure 2.6- 1. Schéma détaillé du dispositif SAFE	44
Figure 2.6- 2. Extraction des thiols en utilisant l'acide p-hydroxymereubenzoinique comme agent sélectif de dérivatisation (repris de (Bauer, Badoud, & Löliger, 2010)).....	45
Figure 2.7- 1. Représentation schématique d'un appareillage GC-MS.....	48
Figure 2.7- 2. Gradient de température du four.....	51
Figure 2.7- 3. Gradient de température utilisé pour la détection du DMS	52
Figure 2.7- 4. Gradient de température du four pour l'analyse à partir du FID et de la GC-O	53
Figure 2.9- 1. Droite de calibration.....	55
Figure 2.9- 2. Droite de calibration du composé 2-undécanone	55
Figure 3.3- 1. Résultats de la recherche d'identification d'un composé par le programme NIST – cas du décanoate d'éthyle	62

Figure 3.3- 2. Concentration en β -damascénone dans les échantillons de moût (2017) et de vins (2015, 2106, 2107) monocépages de Solaris du domaine du Chenoy	64
Figure 3.3- 3. Concentration en phénylacétaldéhyde dans les échantillons de moût (2017) et de vins (2015, 2016, 2017) monocépages de Solaris du domaine du Chenoy	66
Figure 3.3- 4. Concentration en nonanal dans les échantillons de moût (2017) et de vins (2015, 2016, 2017) monocépages de Solaris du domaine du Chenoy.....	66
Figure 3.3- 5. Concentration en alcools primaires dans les échantillons de moût (2017) et de vins (2015, 2016, 2017) monocépages de Solaris du domaine du Chenoy	71
Figure 3.3- 6. Concentration en 1-octèn-3-ol dans les échantillons de moût (2017) et de vins (2015, 2016, 2017) monocépages de Solaris du domaine du Chenoy	73
Figure 3.3- 7. Concentration en acides dans les échantillons de moût (2017) et de vins (2015, 2016, 2017) monocépages de Solaris du domaine du Chenoy.....	75
Figure 3.3- 8. Concentration en esters d'éthyle dans les échantillons de moût (2017) et les vins (2105, 2016, 2017) monocépages de Solaris du domaine du Chenoy	79
Figure 3.3- 9. Concentration en divers esters dans les échantillons de moût (2017) et les vins (2015, 2016, 2017) monocépages de Solaris du domaine du Chenoy	80
Figure 3.3- 10. Concentration en furanéol dans les échantillons de moût (2017) et de vins (2015, 2016, 2017) monocépages de Solaris du domaine du Chenoy	85
Figure 3.3- 11. Concentration en β -damascénone dans les échantillons de moût (2017) et de vins (2016, 2017) monocépages de Solaris du domaine du Chapitre.....	92
Figure 3.3- 12. Concentration en phénylacétaldéhyde dans les échantillons de moût (2017) et de vins (2016, 2017) monocépages de Solaris du domaine du Chapitre.....	96
Figure 3.3- 13. Concentration en nonanal dans les échantillons de moût (2017) et de vins (2016, 2017) monocépages de Solaris du domaine du Chapitre	96
Figure 3.3- 14. Concentration en acetylacetone dans les échantillons de moût (2017) et de vins (2016, 2017) monocépages de Solaris du domaine du Chapitre	99
Figure 3.3- 15. Concentration en alcools primaires dans les échantillons de moût (2017) et de vins (2016, 2017) monocépages de Solaris du domaine du Chapitre.....	101
Figure 3.3- 16. Concentration en 1-octèn-3-ol dans les échantillons de moût (2017) et de vins (2016, 2017) monocépages de Solaris du domaine du Chapitre	103
Figure 3.3- 17. Concentration en différents acides dans les échantillons de moût (2017) et de vins (2016, 2017) monocépages de Solaris du domaine du Chapitre.....	105
Figure 3.3- 18. Concentration en différents esters d'éthyle dans les échantillons de moût (2017) et de vins (2016, 2017) monocépages de Solaris du domaine du Chapitre	107
Figure 3.3- 19. Concentration en différents esters dans les échantillons de moût (2017) et de vins (2016, 2017) monocépages de Solaris du domaine du Chapitre.....	108
Figure 3.3- 20. Concentration en furanéol dans les échantillons de moût (2017) et de vins (2016, 2017) monocépages de Solaris du domaine du Chapitre	113
Figure 3.3- 21. Concentration en β -damascénone dans les échantillons de moût (2017) et de vin (2017) monocépages de Chardonnay du domaine du Chapitre	121
Figure 3.3- 22. Concentration en phénylacétaldéhyde dans les échantillons de moût (2017) et de vin (2017) monocépages de Chardonnay du domaine du Chapitre	123
Figure 3.3- 23. Concentration en alcools primaires dans les échantillons de moût (2017) et de vin (2017) monocépages de Chardonnay du domaine du Chapitre	125
Figure 3.3- 24. Concentration en 1-octèn-3-ol dans les échantillons de moût (2017) et de vin (2017) monocépages de Chardonnay du domaine du Chapitre	127
Figure 3.3- 25. Concentration en acides dans les échantillons de moût (2017) et de vin (2017) monocépages de Chardonnay du domaine du Chapitre.....	129
Figure 3.3- 26. Concentration en esters d'éthyle dans les échantillons de moût (2017) et de vin (2017) monocépages de Chardonnay du domaine du Chapitre	131
Figure 3.3- 27. Concentration en divers esters dans les échantillons de moût (2017) et de vin (2017) monocépages de Chardonnay du domaine du Chapitre	131
Figure 3.3- 28. Concentration en furanéol dans les échantillons de moût (2017) et de vin (2017) monocépages de Chardonnay du domaine du Chapitre	135

Figure 3.3- 29. Recherche de la présence du DMS pour le moût et les vins monocépages Solaris du domaine du Chenoy	141
Figure 3.3- 30. Recherche de la présence du DMS pour le moût et les vins monocépages Solaris du domaine du Chapitre	142
Figure 3.3- 31. Recherche de la présence du DMS pour le moût et le vin monocépages Chardonnay du domaine du Chapitre	142
Figure 3.3- 32. Chromatogramme du p-HMB du vin monocépage Solaris du domaine du Chapitre	144

Figure IV. 1. Analyses AEDA du vin 2017 monocépage de Solaris du domaine du Chenoy Erreur ! Signet non défini.

Figure IV. 2. Analyses AEDA du vin 2016 monocépage de Solaris du domaine du Chapitre ... Erreur ! Signet non défini.

Figure IV. 3. Analyses AEDA du vin 2017 monocépage de Solaris du domaine du Chapitre ... Erreur ! Signet non défini.

Figure V. 1. Chromatogramme (1/2) du moût 2017 monocépage de Solaris du domaine du domaine du Chenoy Erreur ! Signet non défini.

Figure V. 2. Chromatogramme (2/2) du moût 2017 monocépage de Solaris du domaine du domaine du Chenoy Erreur ! Signet non défini.

Figure V. 3. Chromatogramme (1/4) du vin 2015 monocépage de Solaris du domaine du domaine du Chenoy Erreur ! Signet non défini.

Figure V. 4. Chromatogramme (2/4) du vin 2015 monocépage de Solaris du domaine du domaine du Chenoy Erreur ! Signet non défini.

Figure V. 5. Chromatogramme (3/4) du vin 2015 monocépage de Solaris du domaine du domaine du Chenoy Erreur ! Signet non défini.

Figure V. 6. Chromatogramme (4/4) du vin 2015 monocépage de Solaris du domaine du domaine du Chenoy Erreur ! Signet non défini.

Figure V. 7. Chromatogramme (1/3) du vin 2016 monocépage de Solaris du domaine du domaine du Chenoy Erreur ! Signet non défini.

Figure V. 8. Chromatogramme (2/3) du vin 2016 monocépage de Solaris du domaine du domaine du Chenoy Erreur ! Signet non défini.

Figure V. 9. Chromatogramme (3/3) du vin 2016 monocépage de Solaris du domaine du domaine du Chenoy Erreur ! Signet non défini.

Figure V. 10. Chromatogramme (1/4) du vin 2017 monocépage de Solaris du domaine du domaine du Chenoy Erreur ! Signet non défini.

Figure V. 11. Chromatogramme (2/4) du vin 2017 monocépage de Solaris du domaine du domaine du Chenoy Erreur ! Signet non défini.

Figure V. 12. Chromatogramme (3/4) du vin 2017 monocépage de Solaris du domaine du domaine du Chenoy Erreur ! Signet non défini.

Figure V. 13. Chromatogramme (4/4) du vin 2017 monocépage de Solaris du domaine du domaine du Chenoy Erreur ! Signet non défini.

Figure V. 14. Chromatogramme (1/3) du moût 2017 monocépage de Solaris du domaine du domaine du Chapitre Erreur ! Signet non défini.

Figure V. 15. Chromatogramme (2/3) du moût 2017 monocépage de Solaris du domaine du domaine du Chapitre Erreur ! Signet non défini.

Figure V. 16. Chromatogramme (3/3) du moût 2017 monocépage de Solaris du domaine du domaine du Chapitre Erreur ! Signet non défini.

Figure V. 17. Chromatogramme (1/3) du vin 2016 monocépage de Solaris du domaine du domaine du Chapitre Erreur ! Signet non défini.

Figure V. 18. Chromatogramme (2/3) du vin 2016 monocépage de Solaris du domaine du domaine du Chapitre Erreur ! Signet non défini.

Figure V. 19. Chromatogramme (3/3) du vin 2016 monocépage de Solaris du domaine du domaine du Chapitre Erreur ! Signet non défini.

Figure V. 20. Chromatogramme (1/4) du vin 2017 monocépage de Solaris du domaine du domaine du Chapitre.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure V. 21. Chromatogramme (2/4) du vin 2017 monocépage de Solaris du domaine du domaine du Chapitre.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure V. 22. Chromatogramme (3/4) du vin 2017 monocépage de Solaris du domaine du domaine du Chapitre.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure V. 23. Chromatogramme (4/4) du vin 2017 monocépage de Solaris du domaine du domaine du Chapitre.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure V. 24. Chromatogramme (1/2) du moût 2017 monocépage de Chardonnay du domaine du domaine du Chapitre.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure V. 25. Chromatogramme (2/2) du moût 2017 monocépage de Chardonnay du domaine du domaine du Chapitre.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure V. 26. Chromatogramme (1/3) du vin 2017 monocépage de Chardonnay du domaine du domaine du Chapitre.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure V. 27. Chromatogramme (2/3) du vin 2017 monocépage de Chardonnay du domaine du domaine du Chapitre.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure V. 28. Chromatogramme (3/3) du vin 2017 monocépage de Chardonnay du domaine du domaine du Chapitre.....	Erreur ! Signet non défini.

Liste des tableaux

Tableau 1.1- 1. Cépages autorisés répartis par région et/ou appellation de Belgique	4
Tableau 1.1- 2. Récapitulatif des cépages plantés au domaine du Chenoy	5
Tableau 1.1- 3. Récapitulatif des vins produits au domaine du Chenoy	6
Tableau 1.1- 4. Récapitulatif des cépages disponibles à la Ferme du Chapitre	6
Tableau 1.1- 5. Récapitulatif des vins produits au domaine du Chapitre	7
Tableau 1.2- 1. Avantages et inconvénients de l'égrappage	9
Tableau 1.2- 2. Effets des corrections effectuées sur la vendange ou sur le moût	10
Tableau 1.2- 3. Effets de la température sur le déroulement de la fermentation alcoolique	13
Tableau 1.2- 4. Causes pouvant entraîner un arrêt de la fermentation	15
Tableau 1.2- 5. Avantages et inconvénients des différents types de bouchons et des capsules disponibles sur le marché.....	18
Tableau 1.3- 1. Les principaux terpénoïdes retrouvés dans les vins monocépages de Chardonnay et de Solaris	21
Tableau 1.3- 2. Les principaux aldéhydes retrouvés dans les vins monocépages de Chardonnay et de Solaris	23
Tableau 1.3- 3. Les principales cétones retrouvées dans les vins monocépages de Chardonnay et de Solaris	24
Tableau 1.3- 4. Les principaux alcools primaires retrouvés dans les vins monocépages de Chardonnay et de Solaris	25
Tableau 1.3- 5. Les principaux phénols et dérivés retrouvés dans les vins monocépages de Chardonnay et de Solaris	27
Tableau 1.3- 6. Les principaux acides retrouvés dans les vins monocépages de Chardonnay et de Solaris	28
Tableau 1.3- 7. Les principaux esters d'éthyle et d'acétate retrouvés dans les vins monocépages de Chardonnay et de Solaris	29
Tableau 1.3- 8. Les principaux hétérocycles, oxygénés et azotés retrouvés dans les vins monocépages de Chardonnay et de Solaris	32
Tableau 1.3- 9. Les composés soufrés retrouvés dans les vins monocépages de Chardonnay et de Solaris.	33
Tableau 2.5- 1. Dates des analyses et des opérations effectuées sur les moûts et les vins des domaines du Chapitre et du Chenoy	36
Tableau 2.5- 2. Liste des réactifs utilisés lors de la détermination du pH d'un moût et d'un vin.....	37
Tableau 2.5- 3. Liste des réactifs utilisés lors de la détermination de l'acidité totale d'un moût et d'un vin	38
Tableau 2.5- 4. Liste des réactifs utilisés lors de la détermination de la teneur en azote assimilable du moût	39
Tableau 2.5- 5. Liste des réactifs utilisés lors de la mesure de l'acide L-malique	40
Tableau 2.5- 6. Protocole suivi pour déterminer la teneur en acide L-malique	41
Tableau 2.5- 7. Teneur en sucres présent dans un moût en fonction du % de saccharose et de l'indice de réfraction	42
Tableau 2.6- 1. Liste des réactifs utilisés lors du SAFE.....	43
Tableau 2.6- 2. Liste des réactifs utilisés lors de l'extraction des thiols	45
Tableau 2.7- 1. Paramètres de la GC Agilent 6890N et de la MS Agilent 5973	49
Tableau 2.7- 2. Paramètres de la GC Agilent 7890N et de la MS Agilent 5977B.....	50
Tableau 2.7- 3. Paramètres de la GC-PFPD	51
Tableau 2.7- 4. Paramètres de la GC-FID et GC-O	52

Tableau 3.1- 1. Valeurs du pH des moûts et des vins monocépages de Solaris et Chardonnay des domaines du Chapitre et du Chenoy	57
Tableau 3.1- 2. Acidité totale des échantillons des moûts et des vins monocépages de Solaris et Chardonnay des domaines du Chenoy et du Chapitre	57
Tableau 3.1- 3. Quantité d'azote assimilable dans les moûts monocépages de Solaris et de Chardonnay des domaines du Chapitre et du Chenoy	58
Tableau 3.1- 4. Quantité d'acide malique dans les moûts et vins monocépages de Solaris et Chardonnay des domaines du Chapitre et du Chenoy	59
Tableau 3.1- 5. Taux alcoométrique des moûts monocépages de Solaris et Chardonnay du domaine du Chenoy et du Chapitre à partir du °Brix	60
Tableau 3.1- 6. Taux alcoométrique des moûts monocépages de Solaris et Chardonnay du domaine du Chenoy et du Chapitre à partir des masses volumiques	60
 Tableau 3.3- 1. Exemple de tableau de comparaison pour un composé identifié.....	62
Tableau 3.3- 2. Terpénoïdes identifiés dans le moût 2017 et les vins monocépages de Solaris 2015, 2016 et 2017 du domaine du Chenoy	65
Tableau 3.3- 3. Dérivés des caroténoïdes identifiés dans le moût 2017 et les vins monocépages de Solaris 2015, 2016 et 2017 du domaine du Chenoy	65
Tableau 3.3- 4. Aldéhydes identifiés dans le moût 2017 et les vins monocépages de Solaris 2015, 2016 et 2017 du domaine du Chenoy	67
Tableau 3.3- 5. Cétones identifiées dans le moût 2017 et les vins monocépages de Solaris 2015, 2016 et 2017 du domaine du Chenoy	69
Tableau 3.3- 6. Alcools primaires identifiés dans le moût 2017 et les vins monocépages de Solaris 2015, 2016 et 2017 du domaine du Chenoy	72
Tableau 3.3- 7. Alcools secondaires et tertiaires et phénols identifiés dans le moût 2017 et les vins monocépages de Solaris 2015, 2016 et 2017 du domaine du Chenoy	74
Tableau 3.3- 8. Acides identifiés dans le moût 2017 et les vins monocépages de Solaris 2015, 2016 et 2017 du domaine du Chenoy	76
Tableau 3.3- 9. Esters d'éthyle identifiés dans le moût 2017 et les vins monocépages de Solaris 2015, 2016 et 2017 du domaine du Chenoy	81
Tableau 3.3- 10. Esters divers identifiés dans le moût 2017 et les vins monocépages de Solaris 2015, 2016 et 2017 du domaine du Chenoy	83
Tableau 3.3- 11. Lactones identifiées dans le moût 2017 et les vins monocépages de Solaris 2015, 2016 et 2017 du domaine du Chenoy	84
Tableau 3.3- 12. Aromatiques et hétérocycles identifiés dans le moût 2017 et les vins monocépages de Solaris 2015, 2016 et 2017 du domaine du Chenoy	86
Tableau 3.3- 13. Halogènes identifiés dans le moût 2017 et les vins monocépages de Solaris 2015, 2016 et 2017 du domaine du Chenoy	88
Tableau 3.3- 14. Autres molécules identifiées dans le moût 2017 et les vins monocépages de Solaris 2015, 2016 et 2017 du domaine du Chenoy	89
Tableau 3.3- 15. Arômes présents au-dessus de leur seuil de perception dans le moût 2017 et les vins 2015, 2016 et 2017 de Solaris du domaine du Chenoy	90
Tableau 3.3- 16. Terpénoïdes identifiés dans le moût 2017 et les vins monocépages de Solaris 2016 et 2017 du domaine du Chapitre.....	94
Tableau 3.3- 17. Dérivés des caroténoïdes identifiés dans le moût 2017 et les vins monocépages de Solaris 2016 et 2017 du domaine du Chapitre.....	95
Tableau 3.3- 18. Aldéhydes identifiés dans le moût 2017 et les vins monocépages de Solaris 2016 et 2017 du domaine du Chapitre	98
Tableau 3.3- 19. Cétones identifiées dans le moût 2017 et les vins monocépages de Solaris 2016 et 2017 du domaine du Chapitre	100
Tableau 3.3- 20. Alcools primaires identifiés dans le moût 2017 et les vins monocépages de Solaris 2016 et 2017 du domaine du Chapitre	102
Tableau 3.3- 21. Alcools secondaires et tertiaires et phénols identifiés dans le moût 2017 et les vins monocépages de Solaris 2016 et 2017 du domaine du Chapitre.....	104

Tableau 3.3- 22. Acides identifiés dans le moût 2017 et les vins monocépages de Solaris 2016 et 2017 du domaine du Chapitre	106
Tableau 3.3- 23. Esters d'éthyle identifiés dans le moût 2017 et les vins monocépages de Solaris 2016 et 2017 du domaine du Chapitre	110
Tableau 3.3- 24. Esters divers identifiés dans le moût 2017 et les vins monocépages de Solaris 2016 et 2017 du domaine du Chapitre.....	111
Tableau 3.3- 25. Lactones identifiées dans le moût 2017 et les vins monocépages de Solaris 2016 et 2017 du domaine du Chapitre	112
Tableau 3.3- 26. Aromatiques et hétérocycles identifiés dans le moût 2017 et les vins monocépages de Solaris 2016 et 2017 du domaine du Chapitre.....	114
Tableau 3.3- 27. Halogènes identifiés dans le moût 2017 et les vins monocépages de Solaris 2016 et 2017 du domaine du Chapitre	117
Tableau 3.3- 28. Autres composés identifiés dans le moût et les vins monocépages de Solaris 2016 et 2017 du domaine du Chapitre.....	117
Tableau 3.3- 29. Arômes présents au-dessus de leur seuil de perception dans le moût 2017 et les vins 2016 et 2017 de Solaris du domaine du Chapitre	119
Tableau 3.3- 30. Terpénoides identifiés dans le moût et le vin monocépages de Chardonnay 2017 du domaine du Chapitre	122
Tableau 3.3- 31. Dérivés des caroténoïdes identifiés dans le moût et le vin monocépages de Chardonnay 2017 du domaine du Chapitre	122
Tableau 3.3- 32. Aldéhydes identifiés dans le moût et le vin monocépages de Chardonnay 2017 du domaine du Chapitre.....	124
Tableau 3.3- 33. Cétones identifiées dans le moût et le vin monocépages de Chardonnay 2017 du domaine du Chapitre.....	124
Tableau 3.3- 34. Alcools primaires identifiés dans le moût et le vin monocépages de Chardonnay 2017 du domaine du Chapitre	126
Tableau 3.3- 35. Alcools secondaires et tertiaires et phénols identifiés dans le moût et le vin monocépages de Chardonnay 2017 du domaine du Chapitre	128
Tableau 3.3- 36. Acides identifiés dans le moût et le vin monocépages de Chardonnay 2017 du domaine du Chapitre.....	130
Tableau 3.3- 37. Esters d'éthyle identifiés dans le moût et le vin monocépages de Chardonnay 2017 du domaine du Chapitre	132
Tableau 3.3- 38. Esters divers identifiés dans le moût et le vin monocépages de Chardonnay 2017 du domaine du Chapitre	133
Tableau 3.3- 39. Lactones identifiées dans le moût et le vin monocépages de Chardonnay 2017 du domaine du Chapitre.....	134
Tableau 3.3- 40. Aromatiques et hétérocycles identifiés dans le moût et le vin monocépages de Chardonnay 2017 du domaine du Chapitre	136
Tableau 3.3- 41. Halogènes identifiés dans le moût et le vin monocépages de Chardonnay 2017 du domaine du Chapitre.....	137
Tableau 3.3- 42. Autres molécules identifiées dans le moût et le vin monocépages de Chardonnay 2017 du domaine du Chapitre	137
Tableau 3.3- 43. Arômes présents au-dessus de leur seuil de perception dans le moût 2017 et le vin 2017 monocépages de Chardonnay du domaine du Chapitre	138
Tableau 3.3- 44. Quantité de DMS dans les moûts et vins monocépages de Solaris du domaine du Chenoy	141
Tableau 3.3- 45. Quantité de DMS dans les moûts et vins monocépages de Solaris du domaine du Chapitre	142
Tableau 3.3- 46. Quantité de DMS dans les moûts et vins monocépages de Chardonnay du domaine du Chapitre	143

Liste des abréviations

3SHol	3-Sulfanylhexanol
4S4MP2ONE	4-Sulfanyl-4-méthylpentan-2-one
A3SH	3-Sulfanylhexyl acétate
AOC	Appellation d'origine contrôlée
AEDA	Aroma Extract Dilution Analysis
CH ₂ Cl ₂	Dichlorométhane
DMS	Diméthylsulfure
EST	Standard externe
FD	Facteur de dilution
FID	Flame ionisation detector
GC	Gas chromatography
GC-O	Gas Chromatography-olfactometry
GOT	Glutamate-oxaloacétate-transaminase
HCl	Acide chlorhydrique
INBR	Unité de brasserie et des industries alimentaires
IR	Indice de rétention
IST	Standard interne
L-MDH	L-malate deshydrogénase
MS	Mass spectrometry
N	Azote
Na ₂ SO ₄	Sulfate de sodium
NAD ⁺	Nicotinamide adeniné dinucleotide
NADH	Nicotinamide adenine dinucleotide hydrogen
NaOH	Hydroxide de sodium
NIST	National Institute of Standards and Technology
Pcys3SH	S-3-(hexan-1-ol)-L-cystéine
PFPD	Pulsed flame photometric detector
p-HMB	p-hydroxymercuribenzoïque
ppb	Part per billion
ppm	Part per million
SAFE	Solvent Assisted Flavour Evaporation
SIM	Selected Ion Monitoring
SO ₂	Dioxyde de soufre
TCA	2,4,6-Trichloroanisole
Tr	Temps de rétention
TRIS	tris (Hydroxyméthyl) aminométhane

Introduction

Le Solaris est un cépage interspécifique originaire d'Allemagne créé au début des années 2000. Il est aujourd'hui également présent dans des pays du Nord-Ouest de l'Europe tels que le Danemark, la Suède et la Belgique. Le Solaris résulte du croisement des différents hybrides suivants : *Vitis vinifera*, *Vitis amurensis*, *Vitis rupestris* et *Vitis aestivalis* (Liu *et al.*, 2015). Outre sa résistance au froid, il se démarque des autres cépages traditionnels par sa résistance à certaines maladies fongiques comme le mildiou ou encore l'oïdium (Van der meer, Weibel, Léville, & Häseli, 2010). Dû à sa récente création, ce cépage n'a que très peu été étudié en Belgique et aucune étude n'a encore été réalisée sur des vins de Solaris belges.

Les vins monocépages de Solaris comportent certaines caractéristiques organoleptiques, liées entre autres aux techniques de vinification. Ces dernières ayant besoin d'être optimisées sur base de données scientifiques fiables, il nous a paru intéressant d'étudier la composition chimique d'une série de moûts et de vins monocépages de Solaris.

Nous avons travaillé en partenariat avec deux vignobles belges. Le domaine du Chenoy (situé à Namur), implanté depuis 2003, a pour spécificité de n'avoir planté que des cépages interspécifiques tels que le Solaris. Le domaine du Chapitre (situé à Nivelles) était à l'origine une ferme céréalière dont l'activité s'est étendue au vin en 2013, notamment avec des cépages Solaris et Chardonnay. Ce second cépage cultivé sur le sol belge sera utilisé pour comparer les données obtenues avec le Solaris.

Les molécules aromatiques retrouvées dans le vin ont différentes origines. Le raisin, tout d'abord, possède certains précurseurs d'arômes mais aussi certaines molécules aromatiques qui persisteront jusqu'en fin de vinification. Ce sont les arômes primaires. Cependant, ce sera lors des fermentations alcoolique et malolactique, qu'apparaîtront la majorité des molécules (appelées arômes secondaires) qui façonneront le profil aromatique du vin. L'élevage et le vieillissement du vin contribueront à apporter les dernières notes aromatiques, connues sous le nom d'arômes tertiaires.

Les objectifs de ce mémoire sont triples :

- 1) la détermination des caractéristiques chimiques de base des moûts et des vins monocépages de Solaris produits en Belgique ;
- 2) l'identification et la quantification des molécules d'arômes responsables des caractéristiques organoleptiques des moûts et des vins monocépages de Solaris produits en Belgique ;
- 3) la comparaison de ces vins monocépages de Solaris belges avec un vin monocépage de Chardonnay produit au domaine du Chapitre.

1. Aperçu bibliographique

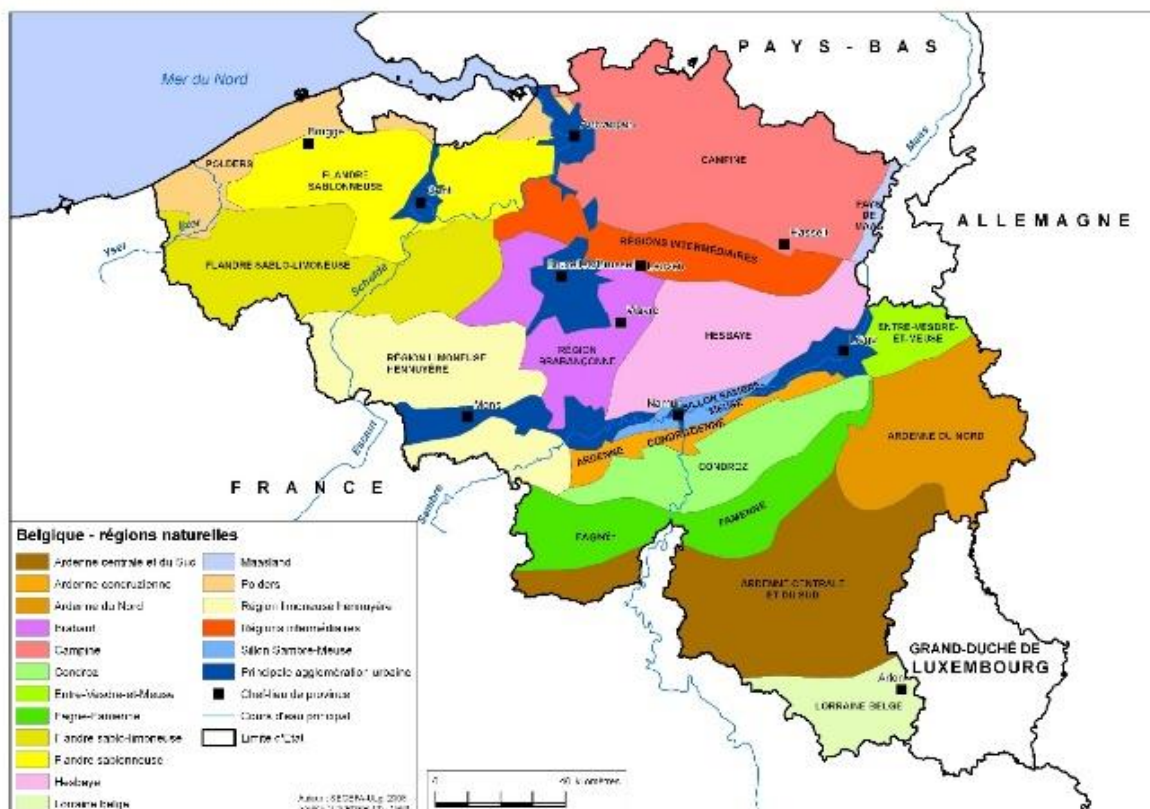
1.1. Le vin en Belgique

Cultiver du vin en Belgique n'est pas une nouveauté. Les premières vignes belges font leur apparition entre le 7^{ème} et le 9^{ème} siècle. Ce sont les moines qui vont tout d'abord produire du vin pour l'eucharistie, pour la médecine mais également pour leur consommation personnelle. Les vignobles belges disparaîtront entre le 13^{ème} et le 17^{ème} siècle dû à l'ère glaciaire engendrant d'importantes gelées. De plus, l'amélioration des voies de communication en France va permettre une meilleure exportation des vins français et contribuera également au déclin du vin belge. Celui-ci fera sa réapparition à partir de la deuxième moitié du 20^{ème} siècle grâce à la volonté des viticulteurs et d'ASBL locales de recréer des vignobles belges et notamment wallons (Boschman, Degoul, Vanel, & Vanhellemont, 2015).

1.1.1. Description du terroir belge

Un cépage planté et récolté dans des conditions distinctes (nature du sol, du climat, méthodes de vinification) va fournir des vins qui varient fortement les uns par rapport aux autres. C'est ce qu'on appelle « l'effet terroir » (Dominé, 2000). Dominé définit le terroir comme « une interaction entre le sol, l'exposition, le climat, la vigne et le vigneron ».

1.1.1.1. Le sol et la topographie de la Belgique

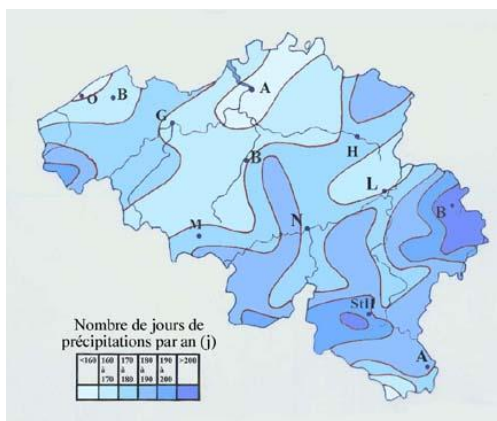


L'hétérogénéité des sols belges est importante malgré la taille relativement petite du pays. La carte reprise à la *figure 1.1-1* résume les différents types de sol présents en Belgique. Dans la région wallonne, le sillon Sambre et Meuse, la région brabançonne et la Hesbaye, les sols sont limoneux voire sablo-limoneux (Guissard).

1.1.1.2. Le climat et la topographie belge

Les vins blancs peuvent provenir de régions plus froides ou humides car à la différence des cépages utilisés pour la fabrication du vin rouge, les cépages blancs n'ont pas besoin d'une quantité importante de soleil ou de chaleur (Old, 2014).

La Belgique, tout comme les Pays-Bas ou le Luxembourg, n'est pas réputée pour être une région où la culture de la vigne est facile car elle est située au-delà de la limite Nord de la culture de la vigne qui se situe à 50°-53° Nord (Ainsworth & Ashley, 2004).



leur apparition plus récemment l'Ortega ou le Kerner (Ainsworth & Ashley, 2004) ou encore le Solaris, qui fait l'objet de cette étude.

1.1.2. Les cépages blancs autorisés

1.1.2.1. Une appellation d'origine contrôlée

L'AOC (appellation d'origine contrôlée) permet à un vin d'avoir une reconnaissance particulière et cela lui confère ainsi une plus grande crédibilité auprès des consommateurs. Cependant, il convient de respecter certaines règles pour pouvoir bénéficier de cette appellation (Ergot, 2018). Une étude des cadastres doit être réalisée afin d'obtenir une accréditation. Notons que tous les vins belges ne sont pas labélisés avec une AOC.

1.1.2.2. Les cépages blancs autorisés en fonction des régions

Les vins en Belgique sont répartis selon cinq appellations en fonction de leurs situations géographiques. *Hageland*, *Haspengouw* et *Heuvelland* en Flandre et *Côtes de Sambre et Meuse* et *Vin et Crémant de Wallonie* en Wallonie (Lebègue, 2012).

Tous les cépages n'étant pas autorisés en Belgique, des listes définies par région ont été régies par arrêtés ministériels. Ces dernières permettent aux vignerons de prendre connaissance des cépages qu'ils peuvent planter. Nous nous intéresserons dans le cas de cette étude seulement aux cépages liés à la production de vins blancs (Collijs. Oeno-Belgium, 2018).

Le *tableau 1.1-1* reprend l'ensemble des appellations autorisées en Belgique en fonction des régions. Chaque région ne permet que la production de certains cépages et ce dans des rendements limités. La *figure 1.1-3* situe chacune de ces régions sur la carte de la Belgique (Collijs. Oeno-Belgium, 2018).

Si un producteur souhaite labéliser son vin comme *crémants de Wallonie* ou *vins mousseux de qualité d'appellation d'origine contrôlée*, l'élaboration du vin en question doit avoir été entièrement faite en région Wallonne (Collijs. Oeno-Belgium, 2018).

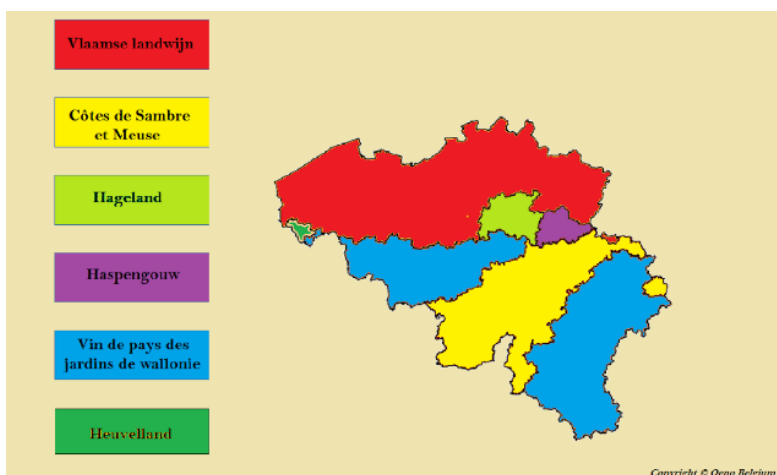


Figure 1.1- 3. Carte des différentes régions viticoles en Belgique (reprise de Oeno Belgium)

Tableau 1.1- 1. Cépages autorisés répartis par région et/ou appellation de Belgique

Date de l'arrêté ministériel	Appellation	Cépages autorisés	Rendement maximum (hl/ha)
9 Juillet 1997	<i>Hagelandse wijn</i> Vin d'origine contrôlée VQPRD (Les vins de qualité Produits dans des régions déterminées)	Müller-Thurgau, Optima, Ortega, Kerner, Siegerrebe, Pinot gris, Chardonnay, Riesling, Auxerrois, Bacchus et Schönburger.	67
6 Janvier 2000	<i>Haspengouwse wijn</i>	Müller-Thurgau, Optima, Ortega, Kerner, Siegerrebe, Pinot gris, Chardonnay, Riesling, Auxerrois, Pinot blanc, Würzen et Bacchus.	55
27 Mai 2004	<i>Côtes de Sambre et Meuse</i>	Müller-Thurgau, Rivaner, Sieger, Pinot blanc, Muscat, Merlot, Riesling, Bronner, Merzling, Johanniter, Pinot gris, Chardonnay et Auxerrois.	65
27 Mai 2004	<i>Vin des Pays de Wallonie</i>	Müller-Thurgau, Auxerrois, Bronner, Chardonnay, Gewürztraminer, Hélios, Johanniter, Muscaris, Muscat, Pinot Blanc, Pinot Gris, Pinot Noir et Solaris.	90
18 Novembre 2005	<i>Heuvellandse Wijn</i>	Müller-Thurgau, Kerner, Siegerrebe, Pinot gris, Chardonnay, Riesling, Auxerrois, Cabernet-Sauvignon, Johanniter et Muscat. Müller-Thurgau, Kerner et Auxerrois.	65 80
18 Novembre 2005	<i>Vlaamse Mousserende Kwaliteitswijn</i>	Chardonnay, Pinot meunier, Pinot blanc, Pinot gris, Auxerrois et Riesling	65
18 Novembre 2005	<i>Vlaamse Landwijn</i>	Vins issus des vendanges récoltées en région flamande.	90
5 Mars 2008	<i>Crémant de Wallonie</i>	Chardonnay, Pinot blanc, et Pinot Meunier.	95
5 Mars 2008	<i>Vins de Wallonie</i>	Chardonnay, Pinot blanc, Pinot gris, Pinot Meunier, Auxerrois et Riesling.	95

1.1.3. Description de deux chais sélectionnés

1.1.3.1. Le domaine du Chenoy

Le domaine du Chenoy, situé à Emines au Nord de Namur, se démarque depuis sa création par la volonté de son propriétaire, Philippe Grafé, de travailler avec des cépages interspécifiques (Boschman *et al.*, 2015). Acquis en 2002, le domaine du Chenoy est une ferme du 18^{ème} siècle entourée de 11 hectares de terre en pente dont 15% sont exposés plein Sud (domaine-du-chenoy, 2018).

1.1.3.1.1. Le vignoble

Pris d'intérêt pour ces vins d'un genre nouveau, où les vignes sont mieux adaptées aux régions fraîches, P. Grafé plantera les premiers pieds en 2003, après deux ans de collaboration avec des centres de recherche allemands (domaine-du-chenoy, 2018). Le *tableau 1.1-2* reprend les différents cépages présents sur le domaine du Chenoy.

Tableau 1.1- 2. Récapitulatif des cépages plantés au domaine du Chenoy

Date de plantation	Cépages	Nombre de pieds
2003	Régent	12 000
2003	Bronner, Merzling, Johanniter, Helios et Solaris	13 000
2004	Pinotin	7 000
2004	Muscat Bleu	1 000
2005	Croisement avec le cépage cabernet sauvignon	4 000
2005	Rondo	4 000

M. Grafé a eu cette volonté de créer un « concept nouveau de viticulture » à des fins environnementales, afin de pallier aux maladies (mildiou et oïdium notamment) liées aux cépages traditionnels et aux conditions climatiques plus fraîches que l'on retrouve actuellement en Belgique. (domaine-du-chenoy, 2018).

Après 15 ans d'activité conventionnelle, le domaine du Chenoy s'engage dans une conversion bio. Jean-Bernard Despatures a été nommé nouveau responsable de chai en Juillet 2017.

L'étude pédologique des sols a conclu à la présence de sols argilo-limoneux pour les sols peu profonds et a des sous-sols rocheux où alternent des bancs de schiste, de grès et de calcaire. Ces sols sont parfaitement adaptés à la culture de la vigne (domaine-du-chenoy, 2018).

1.1.3.1.2. La production de vin au domaine du Chenoy

En 2015, le domaine du Chenoy avait une production moyenne de 48,75 hL/ha. Les différents cépages cultivés au Chenoy sont le Solaris, le Bronner, le Johanniter, le Merzling, le Muscat Bleu, le Régent, le Rondo, le Pinotin et le Cabertin (Boschman *et al.*, 2015). Le domaine du Chenoy produit différents vins comme nous pouvons l'observer dans le *tableau 1.1-3* repris ci-dessous.

Tableau 1.1- 3. Récapitulatif des vins produits au domaine du Chenoy

Type de vin	Nom du vin	Composition (cépage(s), proportions)
Rouge	La Butte aux lièvres	Régent (70%), Rondo (30%)
	La Taille aux renards	Pinotin (70%), Cabertin (30%)
	Le Muscat Bleu	Muscat Bleu (100%)
Blanc	Combes aux hérons	Merzling (65%), Helios (35%)
	La Foliette	Solaris (100%)
Rosé	Fleur de vigne	Régent (80%), Cabertin (20%)
	Eclat de rose	Régent, Cabertin
Mousseux	Perle de Wallonie	Johanniter (40%), Bronner (30%), Merzling (30%)

1.1.3.2. Le domaine du Chapitre

La ferme du Chapitre se situe à Baulers, dans le brabant wallon et est tenue par la famille Hautier depuis 1981. Avec 25 hectares de terres, cette ferme d'origine agricole également dédiée à l'élevage de blanc-bleu belge s'est en partie réinventée en 2013 avec la conversion d'une partie de ses terres agricoles en terres viticoles (Boschman *et al.*, 2015).

1.1.3.2.1. Le vignoble

Depuis cinq ans, la famille Hautier, portée par une volonté de se diversifier et grandement inspirée des cépages plantés par M. Grafé au domaine du Chenoy, a décidé d'y planter des vignes (Boschman *et al.*, 2015). Les différents cépages cultivés à la ferme du Chapitre sont repris dans le *tableau 1.1-4*.

Tableau 1.1- 4. Récapitulatif des cépages disponibles à la Ferme du Chapitre

Date de plantation	Cépages	Nombre de pieds
2013	Bronner, Hélios, Johanniter, Rondo, Muscat Bleu, Régent et Solaris	22 000
2015	Pinot noir et Chardonnay	8 500

Avec une volonté de respecter l'environnement et la vigne sur laquelle ils travaillent, ils dynamisent la vie micro-organique du vignoble depuis le printemps 2016. Ils se basent pour ce faire sur le principe de biodynamie. C'est une méthode d'agriculture, principalement appliquée à la vigne, n'utilisant ni pesticides ni engrais chimiques et tenant compte du rythme des saisons et de la nature. Cette méthode favorise les échanges entre la plante et son environnement direct tel que l'air et la terre (chapitre.vin, 2018).

1.1.3.2.2. Le vin

Depuis les premières vendanges de 2015, la ferme du Chapitre propose différents vins. Ils produisent des vins rouges, blancs, rosés et mousseux comme le résume le *tableau 1.1-5*.

Tableau 1.1- 5. Récapitulatif des vins produits au domaine du Chapitre

Genre	Type de vin	Nom du vin	Composition (cépage(s), proportions)
Tranquille	Rouge	Saint-Rémi	Régent
		Rêve Bleu	Muscat Bleu
	Rosé	Les Notes Rosés	Rondo (100%)
		Eclat de rose	Régent, Cabertin
	Blanc	Le vin de Jean	Johanniter (50%), Bronner (40%), Hélios (10%)
		Soleil de Chez Nous	Solaris (100%)
		Zéphyr	Non référencé
		Chardonnay by Chapitre*	Chardonnay (100%)
Mousseux	Blanc	Chapitre-Brut Nature*	Bronner (85%), Hélios (15%)
		Chardonnay by Chapitre*	Chardonnay (100%)

*Nouveautés prévues pour 2019

Le vin mousseux « Chapitre-Brut Nature » est une nouveauté, prévue pour fin 2019. Il a été créé à partir des cépages Bronner (85%) et Hélios (15%) (chapitre.vin, 2018). À cela vont aussi s'ajouter les vins de Chardonnay en vin mousseux et en vin tranquille. Ce dernier est un des vins étudié lors de cette étude.

1.2. Processus de vinification en blanc

En amont du processus de vinification, la vigne requiert un travail quasi-permanent. Travailler le sol, tailler la vigne, éliminer les bourgeons ou les gourmands, rogner la vigne (supprimer l'extrémité des rameaux), éclaircir ou encore effeuiller la vigne sont toutes des étapes importantes pour la qualité de la récolte (Dominé, 2000). Nous ne les détaillerons pas dans cette étude pour nous concentrer sur les étapes de la vinification post-vendanges pour les vins blancs. De plus, dans cette partie, nous nous consacrerons aux aspects techniques du processus de vinification. Les réactions chimiques et les différentes molécules interagissant notamment durant les fermentations seront vues dans le point 1.3. Les principales étapes de la vinification en blanc sont reprises dans la *figure 1.2-1*.

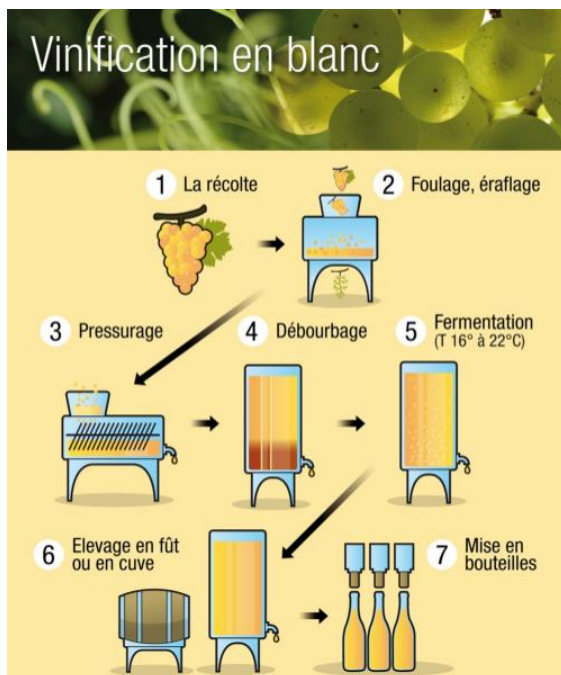


Figure 1.2- 1. Résumé du procédé de vinification en blanc

1.2.1. Egrappage, foulage, pressurage

Après la récolte, la première étape consiste à trier le raisin. Ce tri peut être réalisé directement dans le vignoble, avant le transport, ou au chai. Cette première étape permet de retirer les grappes trop vertes et les raisins atteints de pourriture grise (Dominé, 2000). Passée cette étape, la vendange est traditionnellement égrappée, foulée et pressurée (Navarre & Langlade, 2002) ; mais elle peut aussi être directement pressurée ou subir une préfermentation (Dominé, 2000). Ces différents procédés vont être effectués en fonction du cépage mais surtout selon la volonté du maître de chai.

1.2.1.1. Egrappage

Lorsqu'il est effectué, l'égrappage, appelé aussi éraflage, consiste à soustraire les baies de leurs rafles (Dominé, 2000). Cette opération est mécanique et se pratique typiquement avec un égrappoir à tambour horizontal (Navarre & Langlade, 2002). L'égrappage présente ses avantages et ses inconvénients, raison pour laquelle il ne séduit pas tous les viticulteurs. Le *tableau 1.2-1* reprend les différentes conséquences de l'éraflage (Navarre & Langlade, 2002).

Tableau 1.2- 1. Avantages et inconvénients de l'égrappage

Avantages	Inconvénients
<u>Diminue</u> la teneur en tanins : production de vins moins astringents et moins verts car élimination d'une partie des tanins amenés par la rafle	<u>Diminue</u> la teneur en tanins : problématique pour la structure du vin pour certains cépages et rôle antioxydant des tanins pour le vieillissement
Fermentation plus lente	Pressurage du marc plus difficile, les rafles jouant un rôle de drain
Augmentation de la durée de cuvaison sans risque de mauvais goût ni de libération d'une quantité trop importante de tanins	Perte de moût importante, les rafles jetées sont imbibées de moût

1.2.1.2. Foulage

Le foulage, souvent précédé de l'égrappage, consiste en l'éclatement des baies sans pour autant broyer la rafle ou les pépins. Cette étape se justifie car elle optimise la libération du jus. Cette étape du procédé permet une meilleure mise en contact des levures de la pellicule avec le moût et facilite le départ de la fermentation. Originellement oeuvré par les pieds, le foulage est aujourd'hui mécanique et a lieu dans des fouloirs à cylindres parfois combinés à un égrappoir. Le foulage n'est pas toujours pratiqué bien qu'il garantisse un meilleur pressurage (Navarre & Langlade, 2002).

1.2.1.3. Pressurage



Figure 1.2- 2. Pressoir moderne horizontal

Pour les vins blancs, le pressurage a lieu en amont de la fermentation, tandis qu'il a lieu après lors de la production de vins rouges. En effet, seuls les raisins rouges fermentent avec leurs peaux (Ainsworth & Ashley, 2004). Cette étape de pressurage consiste à séparer la phase solide la phase liquide, le but étant d'extraire le moût des matières solides encore présentes (Navarre & Langlade, 2002). Plusieurs dispositifs pour le pressurage existent et l'utilisation d'une machine plutôt qu'une autre va dépendre du budget du chai, des volumes à presser, du vin que l'on veut produire et parfois des exigences fixées par décret

d'appellation (Dominé, 2000). Le pressurage peut être appliqué par un pressurage vertical ou un pressurage horizontal (Ainsworth & Ashley, 2004). Le pressoir horizontal, observable à la figure 1.2-2, est le plus commun. Le pressoir pneumatique est le plus doux des pressoirs modernes. Les raisins sont pressés par une membrane interne qui se gonfle (Ainsworth & Ashley, 2004).



Figure 1.2- 3. Pressoir vertical moderne

En ce qui concerne le pressoir vertical, représenté à la *figure 1.2-3*, une légère pression venant du dessus est appliquée sur une surface importante des raisins permettant d'obtenir un jus plus clair et moins difficile à débourber ensuite.

1.2.2. Correction du moût et sulfitage

Le sulfitage consiste à amener une certaine quantité de dioxyde de soufre (SO_2) au moût ou au vin afin d'être dans de bonnes conditions de vinification et de conservation du vin (Navarre & Langlade, 2002). En plus du sulfitage, le viticulteur va tester la teneur du moût en acides, en sucres et en azote assimilable afin de fournir certaines corrections (si nécessaire) pour obtenir le vin souhaité. La chaptalisation, la désacidification, l'acidification et l'enrichissement en azote sont des pratiques que le maître de chai peut effectuer mais il est souhaitable de pallier celles-ci par des méthodes culturales appropriées (Delanoé, Maillard, & Maisondieu, 2001).

1.2.2.1. Correction du moût

Après mesure du pH, de la densité (et donc indirectement de la teneur en sucres), de l'acidité totale et de l'acide malique, le viticulteur peut procéder à des modifications du moût. Ces modifications et leurs causes sont résumées dans le *tableau 1.2-2* (Delanoé *et al.*, 2001).

Tableau 1.2- 2. Effets des corrections effectuées sur la vendange ou sur le moût

Paramètres modifiés/ correction	Causes	Actions pour y remédier
Teneur en sucre / Enrichissement	Vendanges pas assez mûres	• Ajout de saccharose (chaptalisation) • Ajout de moût concentré • Utilisation de méthodes soustractives : élimination d'eau ○ par osmose inverse ○ par évaporation sous vide
Acidité / désacidification	Vendanges trop acides	Acide malique • Levures désacidifiantes • Fermentation malolactique après la 1^{ère} fermentation Acide tartrique • Produits désacidifiants (carbonate de potassium K_2CO_3 ou bicarbonate de potassium KHCO_3)
Acidité / Acidification	Surmaturité du raisin	• Addition de grappillons verts (raisin de seconde génération) → peu efficace • Sulfitage rationnel permettant de conserver l'acidité en inhibant la fermentation malolactique

Teneur en azote assimilable/ Enrichissement en azote	Moût carencé en azote	Ajout de 4 produits autorisés (max 0,3 g/l de moût) • Phosphate diammonique ((NH₄)₂HPO₄) • Sulfate d'ammonium ((NH₄)₂SO₄) • Sulfite d'ammonium ((NH₄)₂SO₃) • Bisulfite d'ammonium (NH₄HSO₃)
---	-----------------------	---

1.2.2.2. Sulfitage

Lors de la mise en cuve, du SO₂ est souvent ajouté sur le moût (Bonder, 2014). Il va tout d'abord avoir un rôle important sur l'activité des microorganismes. En dosant correctement le SO₂, le vigneron va pouvoir sélectionner les souches bactériennes qu'il veut conserver pour la fermentation (Navarre & Langlade, 2002). En effet, les levures nécessaires à la fermentation sont plus résistantes au SO₂ (Bonder, 2014). Ce sont en premier les levures *Kloeckera apiculata* qui sont inhibées, puis les *Saccharomyces cerevisiae*, plus résistantes (Navarre & Langlade, 2002). Le SO₂ va également protéger le moût fermentant contre les germes d'altération tels que les moisissures et les *Brettanomyces* (Bonder, 2014).

Le SO₂ possède également des propriétés antioxydantes et antioxydasiques (Navarre & Langlade, 2002). Il inhibe tout d'abord la tyrosinase, connue également sous le nom de catécholase ou catéchol oxydase, présente sur les baies de raisin. Il empêche aussi l'action de la laccase sécrétée par *Botrytis cinerea* dans la baie (Dubernet & Ribéreau-Gayon, 1974). Ces deux enzymes catalysent les réactions d'oxydation des composés phénoliques (Bonder, 2014) comme présenté à la *figure 1.2-4*.

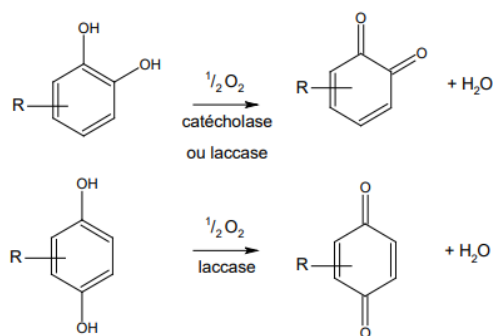


Figure 1.2- 4. Réactions catalysées par les polyphénoloxydases

Les différents impacts du SO₂ sur les réactions chimiques et son impact sur les arômes libérés ou inhibés seront abordés dans la partie 1.3 « les arômes dans deux cépages blancs ».

La quantité de SO₂ ajoutée dépend de l'état du moût. Pour une vendange dite saine (pas ou peu attaqué par le *Botrytis cinerea*), il est courant d'ajouter entre 3 et 7 g/hl de SO₂ tandis que l'on dépasse les 7 g/hl pour une vendange altérée (plusieurs grains de raisin sont abimés par la pourriture grise). Ces quantités font l'objet de réglementations européennes (Navarre & Langlade, 2002).

Le SO₂ contribue aussi à faciliter le dépôt des matières solides en suspension dans le moût, en le clarifiant. Cette caractéristique sera mise à profit lors du débourbage (Navarre & Langlade, 2002).

1.2.3. Débourbage

Le débourbage est la dernière étape préfermentaire déterminante pour obtenir un vin de qualité. La quantité de bourbes présente en début de fermentation influence les arômes que nous retrouverons dans le vin fini. Tandis qu'une élimination des bourbes privilégie la production d'arômes fermentaires (esters à odeurs fruités), à l'inverse une quantité trop importante de bourbes engendrera des arômes moins souhaités tels que le méthionol (défaut de réduction). Globalement, les alcools supérieurs (définis au § 1.3.2.5) sont liés au caractère « grossier » contrairement à leurs acétates à l'exception du 2-phényléthanol. La qualité de l'arôme d'un vin augmente avec le rapport esters/ alcools supérieurs (Etievant, 1991). Le débourbage peut être statique, le moût refroidi est laissé dans une cuve le temps que les sédiments se déposent, ou il peut être dynamique avec l'utilisation d'une centrifugeuse (Dominé, 2000).

Il faut faire attention à ne pas trop clarifier le moût car cela peut causer une diminution en nutriments alors que ceux-ci sont nécessaires aux levures pour le bon déroulement de la fermentation (Masson, 2008). Les moûts plus clairs donnent lieu à des fermentations alcooliques lentes souvent liées à la présence de faibles populations levuriennes. Les vins provenant de moûts à faible turbidité ont une meilleure fermentation malolactique (incidence de la clarification des moûts).

1.2.4. Fermentation alcoolique et malolactique

La fermentation est utilisée depuis des millénaires en Mésopotamie et en Egypte pour produire du vin et de la bière (Blouin & Peynaud, 2012).

1.2.4.1. Fermentation alcoolique

La fermentation alcoolique observable à la *figure 1.2-5* dans le processus de vinification est la transformation de glucose en éthanol, en gaz carbonique et en produits secondaires (esters, aldéhydes...) par les levures présentes dans le moût (Blouin & Peynaud, 2012). Ce sont ces produits secondaires qui apporteront les différents arômes secondaires recherchés dans le vin (Old, 2014).

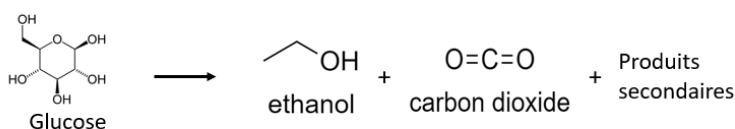


Figure 1.2- 5. Equation de la fermentation alcoolique

1.2.4.1.1. Paramètres à suivre pendant la fermentation alcoolique

Deux mesures peuvent être prises quotidiennement pour réaliser un suivi de fermentation. En mesurant la température et la densité du moût, le maître de chai assure un suivi correct de l'état d'avancement de la fermentation alcoolique (Bonder, 2014).

1.2.4.1.1.1. Densité

La densité du moût est un paramètre capital à contrôler pendant la fermentation. La mesure est réalisée à l'aide d'un mustimètre (densimètre utilisé par les viticulteurs) (*figure 1.2-6 et figure 1.2-7*), en tenant en compte de la température du moût au moment de la mesure (Navarre & Langlade, 2002).

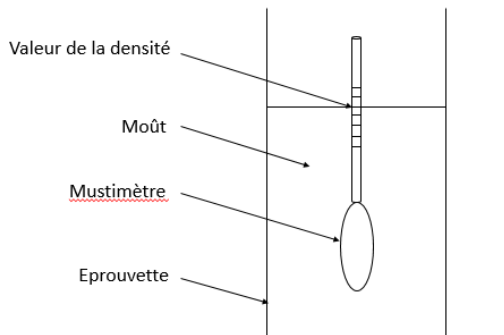


Figure 1.2- 6. Schéma d'un densimètre



Figure 1.2- 7. Photo d'un mustimètre avec thermomètre intégré

La densité du moût varie en fonction de la quantité de sucres et d'alcool présents dans la cuve (Delanoé *et al.*, 2001). En début de fermentation alcoolique, les sucres sont majoritaires donnant un moût avec une densité supérieure à 1 tandis qu'en fin de fermentation, c'est l'alcool et non les sucres qui est majoritaire. La densité va passer dès lors sous la valeur de 1 (Bonder, 2014). Cette valeur de densité est donc un indicateur de l'avancement de la fermentation alcoolique comme le reprend la *figure 1.2-5*. En fin de fermentation, la valeur atteint une valeur comprise entre 0.992 et 0.996 (Navarre & Langlade, 2002).

La densité du moût est aussi un bon indicateur de viabilité des levures (Bonder, 2014).

1.2.4.1.1.2. Température

Les levures ne survivant pas au-delà de 35°C, la température est un élément clé à surveiller lors de la fermentation alcoolique. Le *tableau 1.2-3* reprend les différents effets de la température sur les levures présentes dans le moût et sur le déroulement de la fermentation (Delanoé *et al.*, 2001).

Tableau 1.2- 3. Effets de la température sur le déroulement de la fermentation alcoolique

Température	Effets sur la fermentation du moût (vinification en blanc)
< 15 °C	Démarrage de fermentation difficile Risque d'oxydation ⇒ Ces complications peuvent-être palliées avec certains levains
15 - 18 °C	Conditions optimales pour la formation d'arômes fermentaires

18 - 20 °C	Températures souhaitées en fin de fermentation lorsque la densité est inférieure à 1,020
20 - 30 °C	Fermentation très rapide Pertes d'arômes ⇒ Nécessité de refroidir le moût
> 30 °C	Dangereux pour les levures Risque d'arrêt de la fermentation ⇒ Nécessité absolue de refroidir le moût

Plusieurs paramètres entraînent une augmentation de la température comme la richesse initiale en sucres ou la vitesse de fermentation (Navarre & Langlade, 2002). A l'inverse, une température trop basse inhibe la reproduction des bactéries et empêche la fermentation de débuter. Ces deux situations extrêmes sont dangereuses pour la viabilité des levures et donc pour le bon déroulement de la fermentation. Il existe différentes opérations pour assurer un déroulement optimal de la fermentation (Dominé, 2000).

Avant la fermentation :

- éviter les vendanges chaudes, c'est-à-dire veiller à récolter pendant les heures fraîches ;
- privilégier les échanges naturels de chaleur par les parois des cuves (faibles volumes, cuves en métal séparées et ventilées).

Pendant la fermentation :

- faire circuler le moût sur des échangeurs de chaleur pour réguler la température ;
- laisser le moût dans la cuve mais y faire passer des échangeurs internes (Delanoé *et al.*, 2001).

La régulation de la température est primordiale pour une efficacité optimale des levures (Blouin & Peynaud, 2012).

1.2.4.1.2. Levures

Les levures sont des champignons unicellulaires naturellement présents sur la peau des raisins et qui sont responsables de la fermentation alcoolique (Ainsworth & Ashley, 2004). Cependant, afin de contrôler la nature des levures dans le moût ou encore de s'assurer qu'elles soient en quantité suffisantes, un levurage est envisageable (Dominé, 2000). Il s'agit d'ajouter des levures sélectionnées et actives pour la fermentation alcoolique (Blouin & Peynaud, 2012). Pour ce faire, le maître de chai peut recourir à l'usage de levures commerciales (Navarre & Langlade, 2002).

Deux grandes familles sont présentes chez les levures oenologiques. Les *Saccharomyces cerevisiae* (et *Bayanus uvanum*) sont présentes sur la peau des raisins. Par dégradation oxydative, elles vont consommer les sucres présents dans le moût via la respiration cellulaire. En milieu anaérobie, elles fermentent les sucres en alcool (Ciani, Comitini, Mannazzu, & Domizio, 2009). Les *non-Saccharomyces* sont responsables de la grande complexité aromatique. Les plus abondantes sont *Hanseniaspora* et *Kloeckera* mais durant la fermentation, d'autres levures telles que *Candida*, *Pichia*, *Zygosaccharomyces*, *Schizosaccharomyces*,

Torulaspora, *Kluyveromyces* et *Metschnikowia* peuvent également être retrouvées (Ciani *et al.*, 2009).

1.2.4.1.3. Arrêt et prévention

1.2.4.1.3.1. Arrêt de la fermentation

La fermentation alcoolique peut parfois malheureusement s'arrêter avant que tous les sucres n'aient été consommés par les levures et ce, contre la volonté du vigneron (Navarre & Langlade, 2002). Cette paralysie d'activité peut avoir différentes origines comme le reprend le *tableau 1.2-4* (Delanoé *et al.*, 2001).

Tableau 1.2- 4. Causes pouvant entraîner un arrêt de la fermentation

Causes	
Matière	• Moût carencé (en oxygène, azote assimilable, thiamine¹) • Moût issu de vendange botrytisée² • Moût trop débourbé • Présence de substances inhibitrices (résidus de pesticides, SO₂, acides octanoïque et décanoïque et éthanol, produits par les levures pendant la fermentation)
Milieu	• Hygiène insuffisante • Température trop élevée • Trop de CO₂
Méthode	• Aération mal contrôlée • Ensemencement tardif
Matériel	• Mauvais réglages du matériel • Entartrages des échangeurs
Main d'oeuvre	• Manque d'expertise • Mauvaise surveillance

1.2.4.2. Fermentation malolactique

La fermentation malolactique est provoquée par des bactéries et non des levures comme dans la fermentation alcoolique (Ainsworth & Ashley, 2004). Il s'agit d'une désacidification biologique du vin, l'acide malique étant transformé en acide lactique et en dioxyde de carbone comme le reprend la *figure 1.2-8* (Delanoé *et al.*, 2001). L'acide lactique est, en effet, un acide plus faible que l'acide malique ($pK_{a \text{ ac. lactique}}=3.86$ et $pK_{a \text{ ac. malique}}=3.46$).

¹ La thiamine, appelée aussi vitamine B1, est une vitamine hydrosoluble qui intervient entre autre dans le métabolisme des cellules et est une coenzyme essentielle à certaines décarboxylases (Larousse, 2018).

² La botryticine est un antibiotique synthétisé par le champignon *Botrytis cinerea* qui ralentit le fonctionnement des levures lors de la fermentation du moût (Lebègue, 2012).

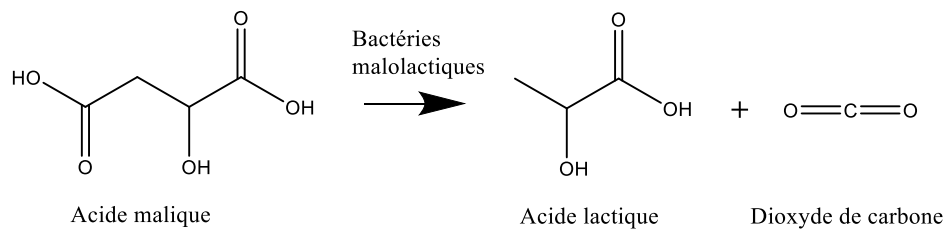


Figure 1.2- 8. Réaction de la fermentation malolactique

Cette deuxième fermentation est souhaitable pour les vins rouges mais pas toujours pour les vins blancs (Ainsworth & Ashley, 2004). Les bactéries lactiques appartiennent aux genres *Oenococcus*, *Lactobacillus* et *Pediococcus* (Delanoé *et al.*, 2001). Lors de cette fermentation, l'acide malique n'est pas la seule molécule à être dégradée. Les bactéries lactiques peuvent aussi avoir une action sur l'acide citrique créant des notes beurrées et des acides volatils. Les différentes bactéries ont également une action sur les sucres donnant alors de l'acide lactique et de l'acide acétique. Ces derniers vont amener au vin un goût aigre, sucré et acide, nommé la piquette lactique (Delanoé *et al.*, 2001). Nous reviendrons sur ces différents arômes dans la partie 1.3 de la bibliographie. Afin que les conditions de fermentation malolactique soient optimales, il est souhaitable de respecter certaines conditions (Blouin & Peynaud, 2012). Tout d'abord, essayer de maintenir une température dans la cuve de 20° C ainsi qu'un pH supérieur à 3,40, favorisant l'activité bactérienne. Il est également préférable de ne pas ajouter plus de 50 mg de SO_2 total dans le moût car ce dernier inhibe l'activité bactérienne (Delanoé *et al.*, 2001). Enfin, ensemencer avec des bactéries lactiques sélectionnées permet de contrôler la population bactérienne et d'optimiser la fermentation malolactique. La teneur en acide malique est de 1,5 à 3 g/L dans la plupart des vins blancs avant fermentation malolactique tandis qu'elle devient inférieure à 0,40 g/L après cette fermentation secondaire (Bonder, 2014). Une fois l'acide malique éliminé, le vin est soutiré avec aération en cuve froide et stabilisé avec du SO_2 (Navarre & Langlade, 2002).

1.2.5. Élevage et finitions

1.2.5.1. Élevage

Après fermentation, le vinificateur va se poser la question de savoir quelle est la technique la plus adéquate pour l'élevage de son vin (Bonder, 2014). Il existe différentes pratiques dépendant de la durée de l'élevage, du type d'élevage et de la méthode de conservation (Navarre & Langlade, 2002). Le viticulteur a deux options pour élever le vin. Il peut faire de l'élevage court, qui dure quelques semaines voire quelques mois, ou de l'élevage long qui s'étalera sur plusieurs mois voire plusieurs années. La *figure 1.2-9* reprend les différentes options dont dispose le maître de chai quant aux types d'élevage et de conservation disponibles (Bonder, 2014).

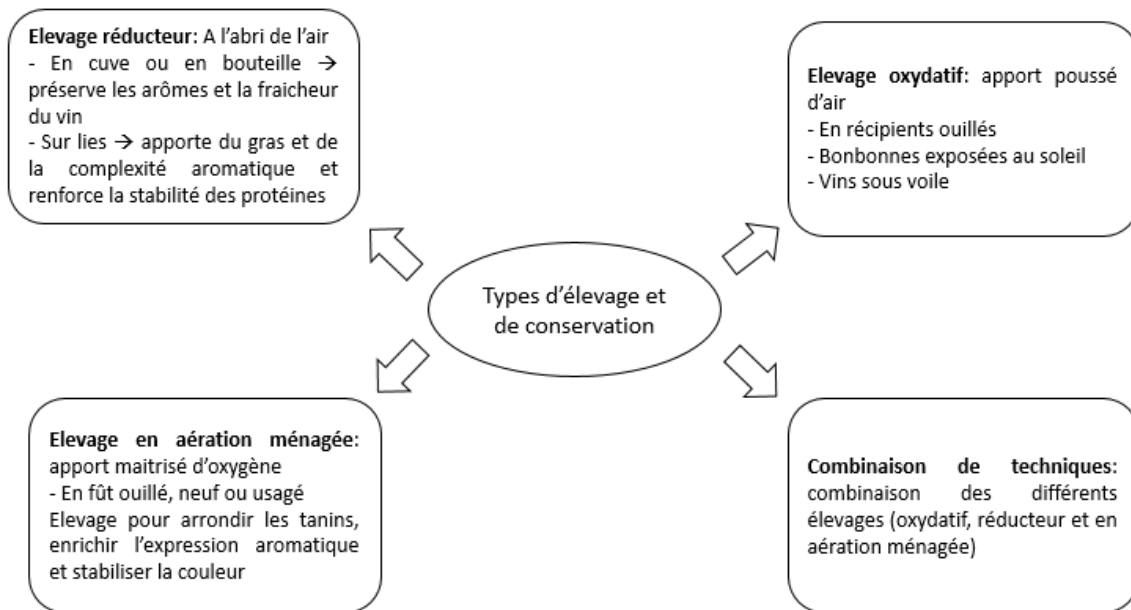


Figure 1.2- 9. Types d'élevage et de conservation du vin après fermentation

Le type de fût utilisé va influencer les arômes présents dans le vin fini (Navarre & Langlade, 2002). L'ouillage, pendant l'élevage avec aération ménagée, signifie que le fût est constamment réapprovisionné en vin afin de pallier au vide dû à l'évaporation du vin et de maintenir ainsi un niveau maximal (Ainsworth & Ashley, 2004). À l'inverse, un fût qui n'est pas remis à niveau est appelé mis sous voile. Ce nom fait référence aux levures *Saccharomyces* présentes dans le vin qui forment un voile en surface. L'éthanol forme de l'éthanal qui va être dégradé par les *Saccharomyces* de surface régénérant continuellement le voile (figure 1.2-10). L'éthanal va se transformer en nouvelles molécules dans le vin par réactions chimiques ou par réactions fermentaires (Navarre & Langlade, 2002). La réaction et des produits seront mentionnés dans le troisième point de cette partie aperçu bibliographique).

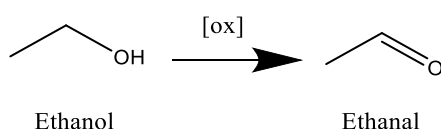


Figure 1.2- 10. Réaction d'oxydation de l'éthanol en éthanal

1.2.5.2. Finitions

Avant la mise en bouteille, l'unification des cuvées est réalisée. L'assemblage des différentes cuves permet de peaufiner le vin (Blouin & Peynaud, 2012). Quel-que soit le vin produit, c'est une étape importante pour le vinificateur mais aussi un aboutissement et une satisfaction professionnelle (Navarre & Langlade, 2002). Les cuvées doivent être contrôlées par dégustation et via une série d'analyses : acidité totale et volatile, les teneurs en SO₂ libre et total, les quantités de fer, cuivre et de protéines et, enfin, identification et la numération (comptage) des bactéries et des levures (Bonder, 2014). Suivant les résultats obtenus, des soins complémentaires seront apportés. Suivant le type de vin et sa destination, le responsable peut décider une mise en « pauvre de germe » (Navarre & Langlade, 2002). Il s'agit d'une filtration stérilisante accompagnée d'une mise en bouteille à chaud du vin (Blouin & Peynaud, 2012).

Dans tous les cas, la mise en bouteille nécessite une filtration finisseuse (Navarre & Langlade, 2002).

1.2.6. Mise en bouteille

La mise en bouteille est le conditionnement du produit fini (Bonder, 2014). Le vin est donc consommable et de type déterminé ; deux éléments qui conduisent à deux obligations. Il doit être marchand, c'est-à-dire qu'il respecte la réglementation et n'a pas de défauts organoleptiques et il doit être loyal. Cette dernière caractéristique implique que le vin est soumis à des critères de qualité. Il porte une étiquette d'identification (Navarre & Langlade, 2002).

Les opérations de remplissage, bouchage, capsulage et étiquetage peuvent être réalisées par des machines produisant l'ensemble des opérations ou des machines mono-action demandant plus de main-d'œuvre (Blouin & Peynaud, 2012).

Il existe plusieurs manières de tirer le vin :

- le tirage peut être fait par gravité et il se termine lorsque le niveau dans la bouteille est identique à celui dans la cuve d'alimentation ;
- le tirage en dépression consiste à remplir entièrement la bouteille puis à réaspirer une partie du vin en déplaçant la hauteur de la bouteille ;
- le tirage en surpression de gaz carbonique ou gaz inerte permet au vin de ne pas rentrer en contact avec l'air environnant. C'est particulièrement important pour les vins riches en CO₂ (Navarre & Langlade, 2002).

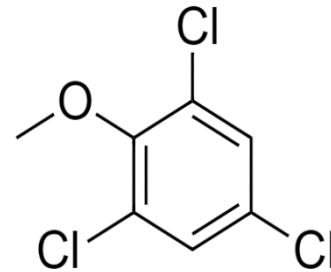
Il existe différents types de bouchons et le choix et la qualité de celui-ci sont très variables. Par exemple, les bouchons de liège peuvent être naturels, colmatés, agglomérés, composés ou peuvent aussi parfois avoir subi un traitement ou une coloration. Il existe aussi des bouchons artificiels et certaines bouteilles sont fermées par des capsules à vis. Les différents avantages et inconvénients des principaux bouchons et capsules sont repris dans le *tableau 1.2-5* (« Bouchons de la bouteille de vin », 2017).

Tableau 1.2- 5. Avantages et inconvénients des différents types de bouchons et des capsules disponibles sur le marché

	Avantages	Inconvénients
Bouchon de vin en liège naturel	- Favorise les échanges gazeux permettant au vin de bien vieillir	- Stockage horizontal pour humecter le liège (exception des vins effervescents) - Risque de bouchonner sur 3 à 5% des bouteilles dû à la molécule TCA. - Possibilité d'avoir pénurie de liège
Bouchon de vin synthétique plastique	- Pas de pénurie - Peu de goût de bouchon (TCA) - Stockage : pas nécessaire de conserver les bouteilles couchées	- Sensibilité à la chaleur - Pas encore de recul pour la conservation des vins de garde

Vin à capsule	- Rebouchage facile des bouteilles si besoin - Pas de goût de bouchon - Stockage debout ou couché	- Résistance, en France notamment, à la fois émotionnelle et psychologique par rapport aux bouchons traditionnels
---------------	---	---

Le 2,4,6-trichloroanisole (TCA), représenté à la *figure 1.2-11*, est la molécule responsable du goût de bouchon dans le vin (Freitas, Dias, Peres, Castro, & Veloso, 2012). Ce défaut se caractérise par une odeur désagréable associée à une cave humide, du carton mouillé, du moisi ou encore du liège. Le TCA provient de chlorophénols et ceux-ci sont formés à partir de molécules issues du chlore qui peuvent provenir des écorces d'arbres pollués par des insecticides, de l'air ou d'autres produits issus de traitements comme les retardateurs de flamme (additifs utilisés pour diminuer les risques d'incendie). Tous ces produits se concentrent dans les matériaux poreux ((Freitas *et al.*, 2012).



2,4,6-Trichloroanisole

Figure 1.2- 11. Structure chimique du TCA

Après mise en bouteille, des contrôles microbiologiques (levures et bactéries), analytiques (acidité et SO₂) et gustatifs sont effectués afin d'assurer la qualité du vin (Blouin & Peynaud, 2012).

1.3. Arômes variétaux dans deux cépages blancs

Cette étude concerne deux cépages blancs, le Chardonnay et le Solaris. Cette dernière partie de l'état de l'art sera focalisée sur les voies de formation des arômes dans deux vins blancs monocépages de Chardonnay et de Solaris.

1.3.1. Les deux cépages blancs

1.3.1.1. Le Chardonnay

D'origine bourguignonne, le Chardonnay est un cépage blanc qui s'est exporté sur tous les continents. On va donc bien évidemment le retrouver en Europe où il est apparu il y a environ 500 ans (en France, Italie, Espagne et Belgique entre autres). Le Chardonnay est aussi très présent en Australie où il est le cépage blanc le plus planté avec une production représentant 25% du raisin cultivé. Le Chardonnay est également cultivé aux USA, ou en Amérique du Sud dans des pays comme le Chili ou l'Argentine (Gambetta, Bastian, Cozzolino, & Jeffery, 2014).

Descendant d'un croisement entre le Pinot et le Gouais blanc, il existe aujourd'hui beaucoup de clones de Chardonnay. Ceux-ci seront sélectionnés par les viticulteurs en fonction des conditions environnementales, de leurs régions, et des caractéristiques organoleptiques espérées pour leur vin. Sa facilité d'exploitation dans le monde entier provient du fait que le Chardonnay est un cépage résistant et s'adaptant facilement aux climats et aux sols où il est cultivé. Ce cépage est susceptible d'être affecté par la pourriture noble, *Botrytis cinerea*, l'oïdium et le crown gall appelé aussi la galle du collet (Gambetta *et al.*, 2014).

Les vins de Chardonnay peuvent être classés en deux sous-groupes. Le premier présente une série d'arômes tels que la vanille, le beurre, le miel et le bois (vins qualifiés de plus traditionnels) tandis que le second groupe présente un style plus fruité avec des arômes de fruits tropicaux, de melon ou encore de pomme verte. C'est par ailleurs ce deuxième groupe qui semble être le plus commercialisé (Saliba, Heymann, Blackman, & Macdonald, 2013).

1.3.1.2. Le Solaris

Le Solaris est un cépage relativement récent, datant du début des années 2000, originaire d'Allemagne. C'est aujourd'hui un cépage répandu dans les régions du Nord-Ouest de l'Europe. Il est retrouvé dans des pays septentrionaux comme l'Allemagne, le Danemark ou encore la Belgique. Grâce à sa résistance importante au froid, il est cultivé jusqu'en Scandinavie. Il est aussi intéressant car résistant à certaines maladies fongiques comme le mildiou ou l'oïdium (Van der meer, Weibel, Léville, & Häseli, 2010). Le Solaris résulte du croisement des différents hybrides *Vitis vinifera*, *Vitis amurensis*, *Vitis rupestris* et *Vitis aestivalis* (Liu *et al.*, 2015). Dû à sa récente création, ce cépage n'a été que très peu étudié. En Belgique, aucune étude n'a encore été réalisée au sujet des vins de Solaris. Comme pour le Chardonnay, les grandes familles d'arômes citées au point 1.3.2 seront présentes dans le vin Solaris. Enfin, l'étude « Instrumental and sensory characterisation of Solaris white wines in Denmark » (Liu *et al.*, 2015) montre que certains vins de Solaris comportent des odeurs florales et fruitées (odeurs de pêche, abricot, muscat, melon, banane et fraise) quand d'autres sont marquées par une odeur de bois, voire de fumé.

1.3.2. Familles d'arômes

1.3.2.1. Terpénoïdes et dérivés des caroténoïdes

Les terpènes et leurs dérivés sont présents dans les baies de raisins et persistent durant la vinification. Leurs quantités sont variables selon les cépages. Les monoterpènes peuvent être classés en fonction du nombre de cycles (0, 1, 2 ou 3) qu'ils possèdent (Bakker & Clarke, 2011).

Plusieurs terpènes et terpénoïdes associés sont acycliques, c'est-à-dire que la liaison entre les carbones C1 et C6 est manquante comme par exemple pour le linalol qui compte deux doubles liaisons et un groupement alcool comme présenté dans la *figure 1.3-1*. Cette réaction présente certains des intermédiaires impliqués dans la formation du linalol à partir du géranyl diphosphate (Support de cours LBRAL2103 du Prof. Collin, 2016).

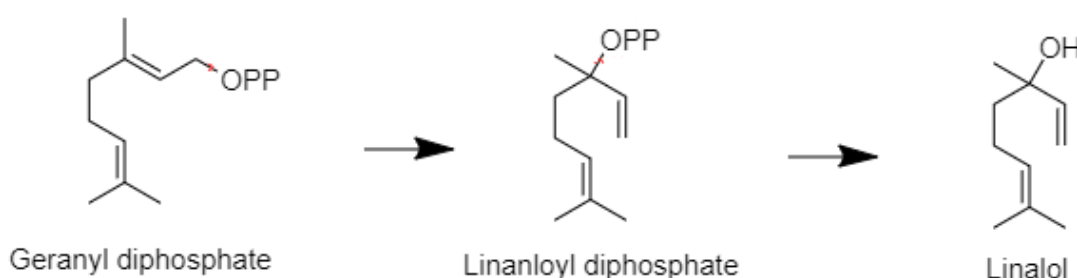


Figure 1.3- 1. Equation de la formation du Linalol

Au sein des terpénoïdes, quatre molécules aromatiques sont retrouvées dans le Solaris. Le néroloxide a bien été retrouvé mais ce sont le linalol, l'hotrienol et l' α -terpinéol qui sont considérés comme ayant le plus d'impact d'un point de vue organoleptique sur le vin étant donné que leurs seuils de perception sont relativement bas (Liu *et al.*, 2015) (25 ppb pour le linalol et 250 ppb pour l' α -terpinéol (Gambetta *et al.*, 2014)). Les deux terpénoïdes majoritairement retrouvés dans les vins de Chardonnay sont le linalol et l' α -terpinéol (Bakker & Clarke, 2011).

Les différents terpénoïdes sont repris dans le *tableau 1.3-1* ci-dessous (Gambetta *et al.*, 2014).

Tableau 1.3- 1. Les principaux terpénoïdes retrouvés dans les vins monocépages de Chardonnay et de Solaris

Nom et structure chimique		Descripteurs aromatiques	Seuil de perception ($\mu\text{g/L}$)	Concentration dans un vin de Chardonnay ($\mu\text{g/L}$)
Linalol		Fruit, citron	25	2 - 142
α -Terpinéol		Floral, orange moisie	250	0,3 - 181

Hotriénol		Tilleul	110	n.a.
Nérol		Floral, rose	400	n.a.

*centre chiral

Les terpènes et leurs dérivés sont des composés qui ont principalement des arômes de fleurs et de fruits. Les seuils de perception des terpénoïdes sont variables mais leurs réelles contributions au profil aromatique du vin vont dépendre de leur concentration dans le vin et les effets synergiques entre ces derniers (Bakker & Clarke, 2011).

1.3.2.2. Les aldéhydes de Strecker

Dans le vin, la production des aldéhydes branchés a lieu via l'oxydation de leurs alcools respectifs et via la dégradation oxydative des acides aminés et des sucres provoquée par des lipoxygénases et d'une enzyme de clivage (Taillandier & Bonnet, 2014).

Le benzaldéhyde et le 3-méthylbutanal sont les principaux aldéhydes présents dans le Solaris. Le 3-méthylbutanal est un produit de dégradation de la leucine souvent retrouvé en forte concentration (Liu *et al.*, 2015). La *figure 1.3-2* reprend la réaction correspondante.

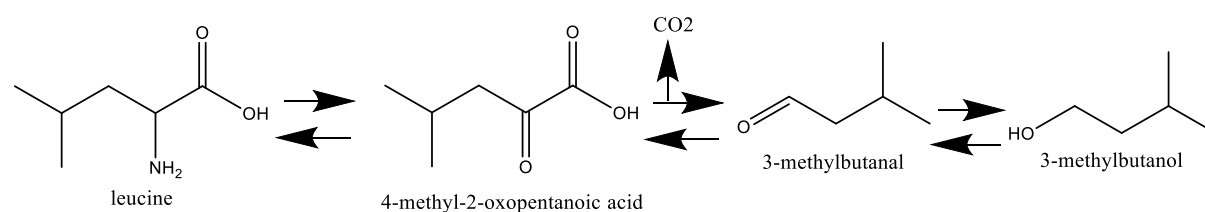


Figure 1.3- 2. Obtention de 3-méthylbutanal à partir de la leucine

Dans le Chardonnay, le phénylacétaldéhyde est présent. Il provient de la dégradation de Strecker qui est la voie de synthèse thermique des aldéhydes. Un composé dicarbonylé formé par voie enzymatique ou chimique et un acide aminé réagissent pour former l'aldéhyde. Celui-ci contient un atome de carbone de moins que l'acide aminé dont il est issu (*figure 1.3-3*) (Support de cours LBRAL2103 du Prof. Collin, 2016).

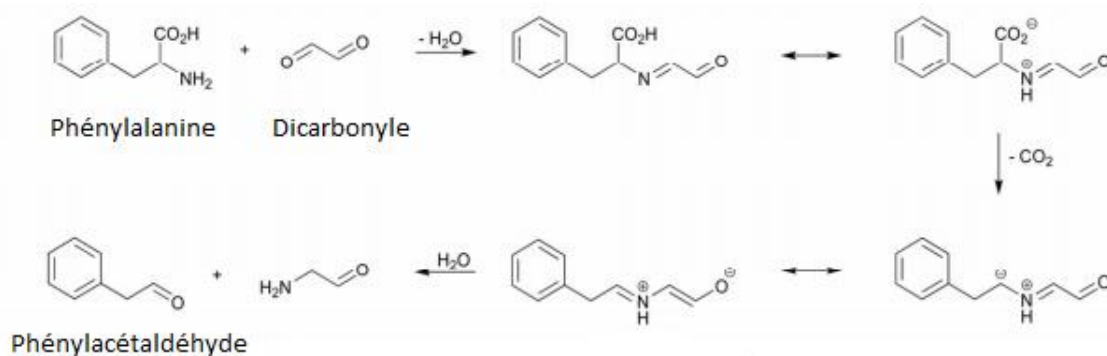
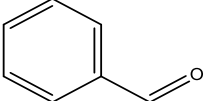
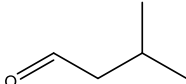
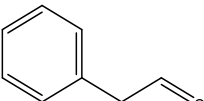


Figure 1.3- 3. Formation du phénylacétaldéhyde à partir de phénylalanine et de dicarbonyle

Les aldéhydes présents dans le Solaris et le Chardonnay sont repris dans *le tableau 1.3-2* (Gambetta *et al.*, 2014).

Tableau 1.3- 2. Les principaux aldéhydes retrouvés dans les vins monocépages de Chardonnay et de Solaris

Nom et structure chimique		Descripteurs aromatiques	Seuil de perception (µg/L)	Concentration dans un vin de Chardonnay (µg/L)
Benzaldéhyde		Amande amère	2000	n.a.
3-Méthylbutanal		Malt, pomme	600	n.a.
Phénylacétaldéhyde		Verdure, miel, floral, épicé	1,0	6 - 28

1.3.2.3. Les cétones

Dans les vins monocépages de Chardonnay ou de Solaris, les 3 arômes appartenant à la famille des cétones sont la 2,3-butanedione (diacétyl), la 3-hydroxy-2-butanone (acétoïne) ainsi que l'acétophénone (structures reprises dans le *tableau 1.3-3*) (Gambetta *et al.*, 2014). Dans les vins de Solaris, l'acétoïne se retrouve en concentration importante lorsque le vin a subi une fermentation malolactique car cet arôme est formé par l'activité des bactéries lactiques et par la levure (*figure 1.3-4* (Mink, Kölling, Sommer, Schmarr, & Scharfenberger-Schmeer, 2015)).

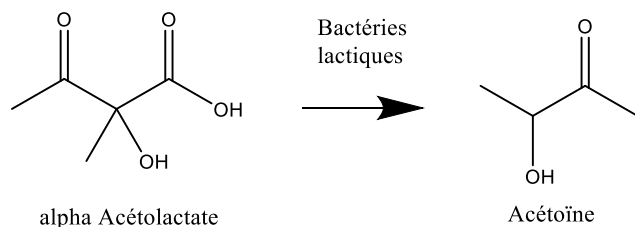


Figure 1.3- 4. Synthèse d'acétoïne à partir d' α -acétolactate

À ces trois molécules, vient s'ajouter la β -damascenone. Ce dérivé des caroténoïdes apparaît en partie lors de l'écrasement des raisins. La β -damascenone est formée par une réduction enzymatique d'une cétone herbacée provenant de la néoxanthine comme le montre *la figure 1.3-5* (Lee, Seo, Riu, & Cotta, 2007). Le clivage oxydatif se produit lors de la maturation des baies de raisin (Gambetta *et al.*, 2014).

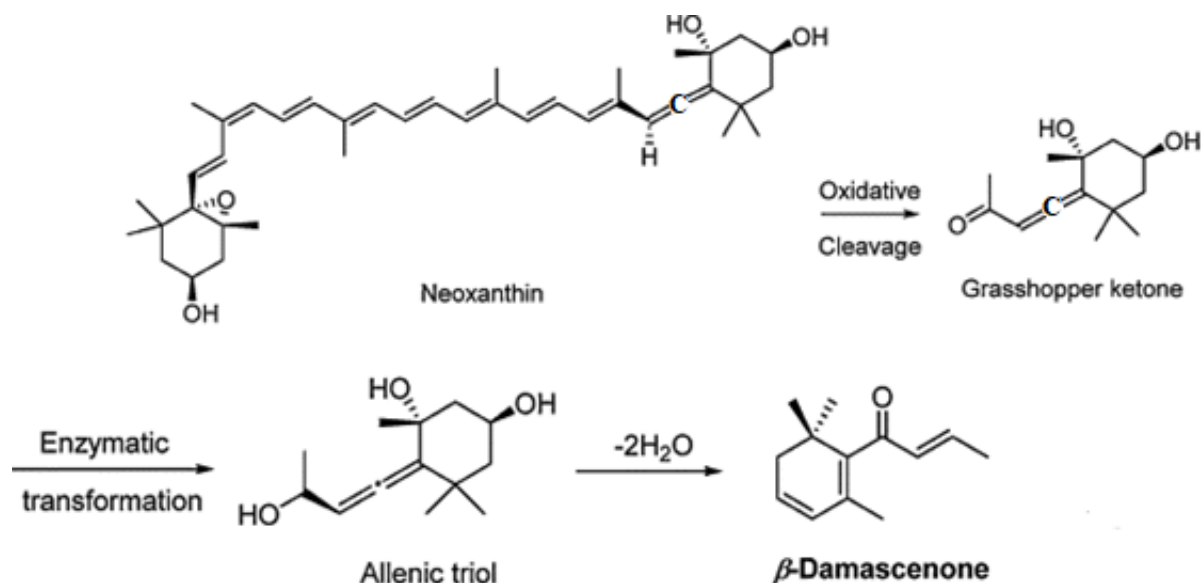
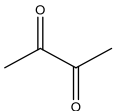
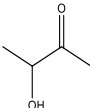
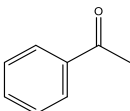
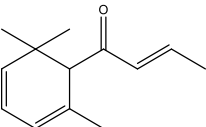


Figure 1.3- 5. Formation de la β -amascenone à partir de la néoxanthine

Cette cétone contribue à la spécificité des arômes de Chardonnay mais est retrouvée dans beaucoup d'autres vins (Bakker & Clarke, 2011). Les principales cétones sont reprises dans le *tableau 1.3-3* ci-dessous (Gambetta *et al.*, 2014).

Tableau 1.3- 3. Les principales cétones retrouvées dans les vins monocépages de Chardonnay et de Solaris

Nom et structure chimique		Descripteurs aromatiques	Seuil de perception (µg/L)	Concentration dans un vin de Chardonnay (µg/L)
2,3-Butanedione		Beurre, crème	100	173
3-Hydroxy-2-butanone		Gras, floral beurre, crème	150000	250 - 4800
Acétophénone		Fleur, fruité, amande	65	80 - 200
β-Damascenone		Compote de pomme, fruits, pêche, épice	0,05	66 - 130

D'un point de vue organoleptique, la β -damascenone est souvent référencée comme possédant une note épicée dans les concentrations retrouvées dans les vins de Chardonnay (Gambetta *et al.*, 2014).

1.3.2.4. Les alcools primaires et secondaires

Parmi les alcools primaires, plus d'une trentaine d'arômes ont été identifiés. Ceux-ci possèdent un rôle important dans la composition du vin, notamment suite à la formation de leurs esters correspondants (Taillandier & Bonnet, 2014). Quantitativement, les alcools sont majoritairement présents après les esters. En effet, sans compter l'éthanol, les alcools primaires représentent environ 50% des arômes volatils du vin (Bakker & Clarke, 2011). Les alcools primaires proviennent principalement de réactions de fermentation par voie anabolique à partir du glucose ou par voie catabolique via leurs acides aminés correspondants (leucine, valine, isoleucine et phénylalanine) (Liu *et al.*, 2015). À titre d'exemple, le 3-méthyl-1-butanol constitue un produit de dégradation de la leucine (*figure 1.3-2*). La *figure 1.3-6* présente la réaction de réduction complète de 2-cétoacides en alcools primaires (Tashiro, Rodriguez, & Atsumi, 2014).

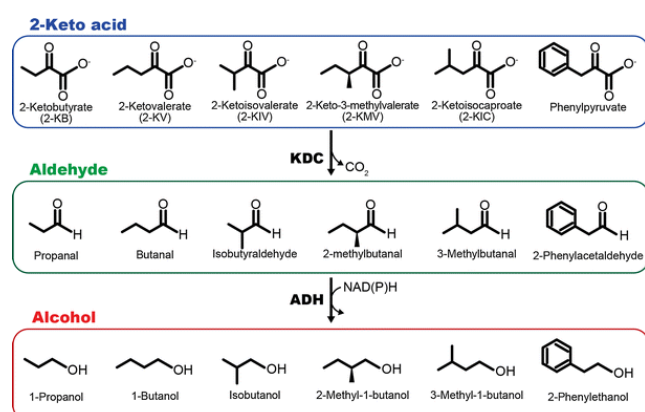
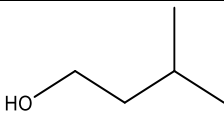
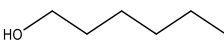
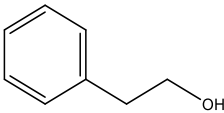
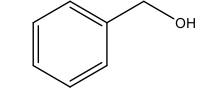


Figure 1.3- 6. Réactions des 2-cétoacides en alcools primaires correspondants

Le 1-hexanol peut avoir un effet néfaste sur le profil aromatique du vin en raison de son odeur de légume (Liu *et al.*, 2015). Le 2-méthyl-1-propanol (isobutanol) résulte, quant à lui, d'un produit de transamination de la valine (Sun *et al.*, 2013). Le *tableau 1.3-4* reprend les principaux alcools présents dans le vin Chardonnay.

Tableau 1.3- 4. Les principaux alcools primaires retrouvés dans les vins monocépages de Chardonnay et de Solaris

Nom et structure chimique		Descripteurs aromatiques	Seuil de perception (µg/L)	Concentration dans un vin de Chardonnay (µg/L)
Propan-1-ol		Alcool, fruit mûr	306000	50 - 149000
2-Méthylpropan-1-ol		Verdure, frais	40000	160 - 45400
2-Méthylbutan-1-ol		Acre mais plaisant	nd	50000

3-Méthylbutan-1-ol		Alcool, rugueux	30000	50300 - 394900
1-Hexanol		Résine, herbe coupée	1620	n.a.
β -phényléthanol		Rose	14000	930 - 153800
Alcool benzylique		Fruité, floral	10000	12 - 679

Les alcools secondaires sont souvent issus de la réduction des méthylcétones, mais peuvent également provenir directement d'intermédiaires hydroxylés de la biosynthèse de novo des acides gras (Support de cours LBRAL2103 du Prof. Collin, 2016).

1.3.2.5. Les phénols

Parmi les phénols du vin, le 4-éthylguaïacol, le 4-vinylphénol et le 4-vinylguaïacol peuvent amener certains défauts organoleptiques intenses. En effet, la façon de vinifier aura un rôle crucial sur ces molécules (Bakker & Clarke, 2011). Bien qu'habituellement présents dans des vins élevés en fût de chêne, il est néanmoins possible de retrouver certains de ces composés et ce malgré l'absence de contact avec le bois. C'est notamment le cas du 4-vinylguaïacol qui possède une odeur fumée (Gambetta *et al.*, 2014). Ces quatre composés phénoliques peuvent être définis selon Gambetta comme des composés issus de la fermentation plutôt que des composés issus du contact avec le chêne. Ils proviennent de la décarboxylation des acides férulique et p-coumarique suite à l'action de la levure *Saccharomyce cerevisiae* (figure 1.3-7). De plus, ces quatre composés phénoliques se retrouvent naturellement dans les grappes de raisin.

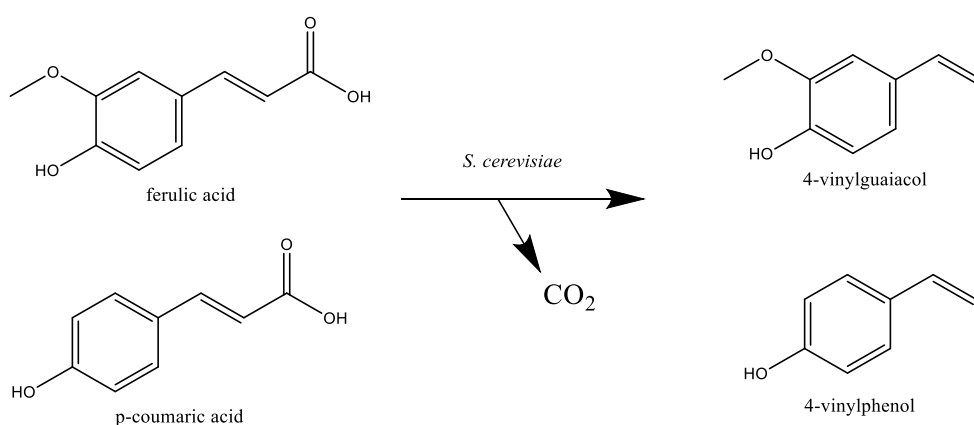
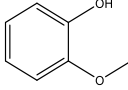
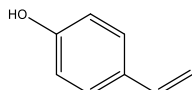
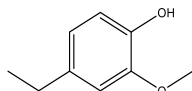
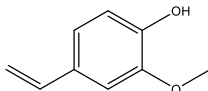
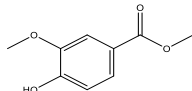
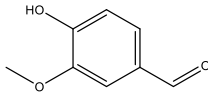


Figure 1.3- 7. Réaction de synthèse du 4-vinylguaïacol et du 4-vinylphénol

Le *tableau 1.3-5* reprend ces différents phénols (Gambetta *et al.*, 2014).

Tableau 1.3- 5. Les principaux phénols et dérivés retrouvés dans les vins monocépages de Chardonnay et de Solaris

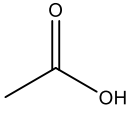
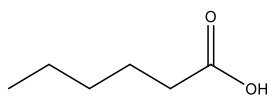
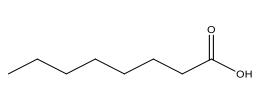
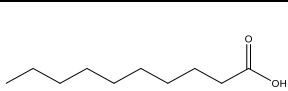
Nom et structure chimique		Descripteurs aromatiques	Seuil de perception (µg/L)	Concentration dans un vin de Chardonnay (µg/L)
Guaiacol		Phénolique, chimique, épicé	9,5	1,6 – 131,1
4-Vinylphénol		Epicé, pharmaceutique	180	44 – 457
4-Ethylguaiacol		Ecurie, épicé, phénolique	33	0,0002 – 0,05
4-Vinylguaiacol		Fumée, phénolique	10	2,9 – 410,6
Vanillate de méthyle		Vanille	3000	n.a.
Vanilline		Vanille	200	3,9 – 1223

1.3.2.6. Les acides carboxyliques

Les acides carboxyliques du vin sont des acides gras à moyenne ou longue chaîne. La concentration de ces différents acides dans le vin va dépendre du cépage ainsi que du type de fermentation effectuée (température de fermentation, nature des levures...) (Taillandier & Bonnet, 2014). Les acides peuvent venir de bactéries qui auraient contaminé le raisin pendant le pressurage : *Clostridium* pour l'acide butanoïque, par exemple. Les levures telles que *Brettanomyces* sont présentes naturellement dans le vignoble et favorisent la formation d'acides (principalement l'acide décanoïque). Selon Taillandier et Bonnet, des raisins vendangés avant maturité viticole présenteraient une concentration en acides carboxyliques plus importante.

Les vins monocépages issus du Solaris contiennent des concentrations importantes en acide acétique, responsable de l'odeur de vinaigre (Liu *et al.*, 2015). Il est donc important de veiller à y minimiser sa concentration. Les autres acides présents sont les acides butyriques, hexanoïques et octanoïques (Liu *et al.*, 2015). Malgré les arômes de fromage, de sueur et de notes rances qu'ils apportent respectivement, ces acides amènent aussi une fraîcheur et un équilibre au vin (Gomez Garcia-Carpintero, Gomez Gallego, Sanchez-Palomo, & Gonzalez Vinas, 2012) (Liu *et al.*, 2015). Les acides présents dans le Chardonnay sont les mêmes que dans le vin Solaris auxquels s'ajoute l'acide décanoïque. Ils sont repris dans le *tableau 1.3-6* suivant (Gambetta *et al.*, 2014).

Tableau 1.3- 6. Les principaux acides retrouvés dans les vins monocépages de Chardonnay et de Solaris

Nom et structure chimique		Descripteurs aromatiques	Seuil de perception (µg/L)	Concentration dans un vin de Chardonnay (µg/L)
Acide acétique		Vinaigre	200000	7190 - 925000
Acide hexanoïque		Rance, âcre, verdure	420	50 - 10430
Acide octanoïque		Animal, épicé, fromage	500	1150 - 50600
Acide décanoïque		Vinaigre, animal, gras	1000	300 - 14100

1.3.2.7. Esters d'éthyle et acétate d'alcools supérieurs

Les esters sont formés durant la fermentation alcoolique et fournissent des arômes de fruits et de fleurs (Gambetta *et al.*, 2014). Ceux-ci présentent un rôle majeur dans le profil aromatique du vin. Beaucoup d'entre eux résultent de l'union entre un acide (éventuellement sous forme activée) et l'éthanol (*figure 1.3-8*). D'autres peuvent provenir d'un produit issu de la β -oxydation d'un lipide qui réagit avec un alcool supérieur (*figure 1.3-9*) (Bakker & Clarke, 2011). Les esters sont, dès lors, pour beaucoup des esters d'éthyle. Ils descendent de leurs acides gras correspondants (Liu *et al.*, 2015).

La formation d'esters d'acétate va quant à elle dépendre de la quantité d'acides gras insaturés (Bakker & Clarke, 2011).

Parmi les esters d'éthyle, les plus importants d'un vin de Chardonnay non élevé en fût sont l'hexanoate d'éthyle, l'octanoate d'éthyle, le décanoate d'éthyle, le 2-méthylpropanoate d'éthyle, le 2-méthylbutanoate d'éthyle et le 3-méthylbutanoate d'éthyle. Les esters d'acétate regroupent quant à eux l'acétate d'hexyle, l'acétate de 2-méthylbutyle, l'acétate de 3-méthylbutyle, l'acétate de 2-méthylpropyle ainsi que l'acétate de 2-phényléthyle (Gambetta *et al.*, 2014). Dans les vins de Solaris, les esters sont aussi les composés volatils présents à plus grandes concentrations. En plus de l'acétate de 3-méthylbutyle et d'hexyle qui sont majoritaires dans ce vin, on retrouve aussi l'hexanoate de méthyle, l'acétate de butyle, le butanoate de 3-méthylbutyle, l'octanoate de méthyle, l'octanoate de 3-méthylbutyle et le salicylate de méthyle (Liu *et al.*, 2015). Les différents esters sont repris dans le *tableau 1.3-7* (Gambetta *et al.*, 2014).



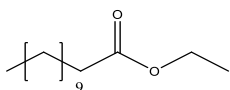
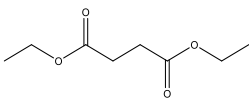
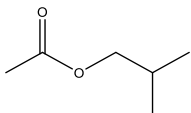
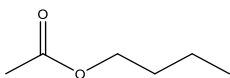
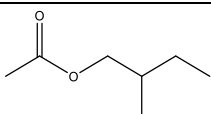
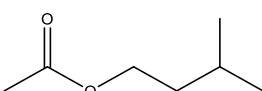
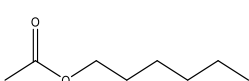
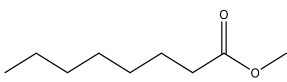
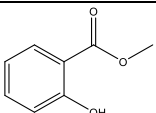
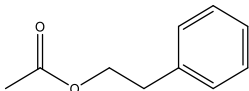
Figure 1.3- 8. Formation du butyrate d'éthyle

Figure 1.3- 9. Formation d'un ester d'alcool supérieur à partir d'un acide issu de la β -oxydation d'un lipide

L'obtention du lactate d'éthyle et du diéthyle succinate provient de l'estérification des acides lactiques et succiniques avec l'éthanol et s'opère durant la fermentation malolactique (Gomez Garcia-Carpintero *et al.*, 2012). Une concentration accrue en acides gras insaturés engendre une diminution de la production d'esters d'éthyle (Gambetta *et al.*, 2014).

Tableau 1.3- 7. Les principaux esters d'éthyle et d'acétate retrouvés dans les vins monocépages de Chardonnay et de Solaris

Nom et structure chimique		Descripteurs aromatiques	Seuil de perception (µg/L)	Concentration dans un vin de Chardonnay (µg/L)
Propanoate d'éthyle		Sucré, fruité	1800	3 - 546
Butanoate d'éthyle		Fruité, fraise	20	60 - 1970
2-Méthylbutanoate d'éthyle		Fraise, baie	18	0,5 – 1,3
3-Méthylbutanoate d'éthyle		Sucré, fruité	3	1.5 – 3237
Hexanoate d'éthyle		Pomme verte, fruité, fraise	14	40 – 3960
Octanoate d'éthyle		Fruité, sucré	5	30 – 3700
Décanoate d'éthyle		Huileux, fruité, floral	200	30 – 3960

Dodécanoate d'éthyle		Huileux, fruité, floral	500	1 - 3100
Diethyl succinate		Caramel	200000	90 - 4580
Acétate de 2-méthylpropyle		Fraise	1600	20 - 4600
Acétate de butyle		Poire, pomme	66	n.a.
Acétate de 2-méthylbutyle		Banane, poire	n.a.	33 – 671
Acétate de 3-méthylbutyle		Banane	30	59 -14900
Acétate d'héxyle		Pomme	1 500	24 – 1590
Octanoate de méthyle		Orange	n.a.	n.a.
Salicylate de méthyle		Menthe	40	n.a.
Acétate de 2-phényléthyle		Floral, rose	250	40 - 2000

1.3.2.8. Hétérocycles azotés et oxygénés

Les lactones et les furanones sont un sous-groupe de molécules appartenant aux hétérocycles oxygénés. Ils forment une classe de composés organiques comportant un cycle contenant au moins deux éléments différents. Le plus souvent, il s'agit d'un cycle de carbone dont un carbone est remplacé par un hétéroatome (oxygène, azote, phosphore ou soufre). Les lactones et les furanones sont omniprésents dans la nature, notamment chez les fleurs et les fruits. Pour certains, ces molécules sont créées à partir d'hydroxy-acides insaturés comme nous le montre la *figure 1.3-10* (Bakker & Clarke, 2011).

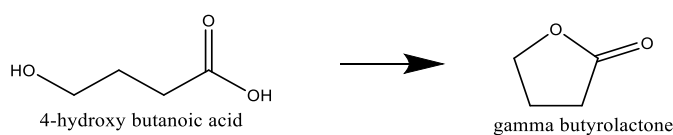


Figure 1.3- 10. Formation de gamma butyrolactone à partir de l'acide 4-hydroxybutanoïque

Un composé tel que l'acide 2-méthyl-4-hydroxypentanoïque forme une furanone comme montré à la *figure 1.3-11*.

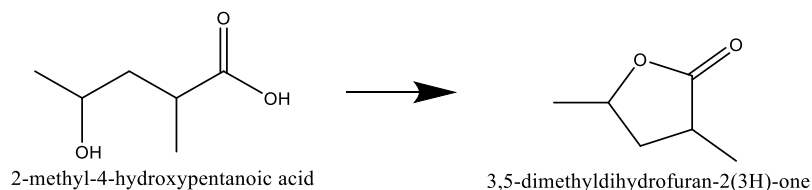


Figure 1.3- 11. Formation d'une furanone

Le furfural provient lui du pentose et est transformé via les réactions de Maillard. La réaction de sa formation est donnée par la *figure 1.3-12* (Support de cours LBRAL2103 du Prof. Collin, 2016).

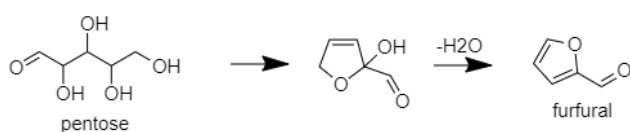


Figure 1.3- 12. Formation du furfural

Le 2-furanméthanthiol de la famille des thiols est lui un hétérocycle oxygéné formé à partir du furfural et provient de la réaction de molécules issues du fût de chêne avec le sulfure d'hydrogène (*figure 1.3-13*). Il a un seuil de perception relativement faible et dégage un arôme de café torréfié lorsqu'il est présent dans le vin (Gambetta *et al.*, 2014).

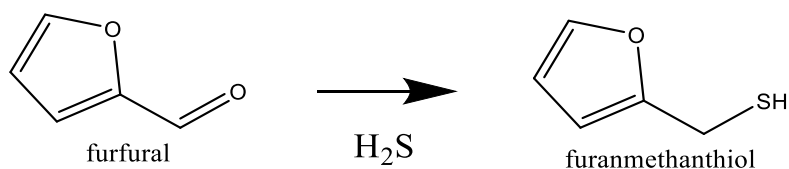


Figure 1.3- 13. Synthèse du furanmethanthiol à partir du furfural

Enfin, le groupe des pyrazines reprend les hétérocycles azotés dont la structure de base est présentée à la *figure 1.3-14*.

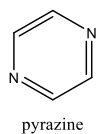
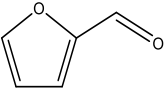
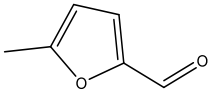
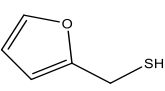
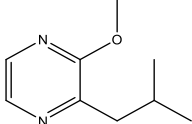


Figure 1.3- 14. Structure chimique de la pyrazine non substituée

Parfois présents dans les vins blancs, les pyrazines ne sont toutefois pas connues pour être des molécules ayant un impact important sur les caractéristiques organoleptiques des vins de Chardonnay. L'absence d'étude ne permet pas d'évaluer l'impact de ces molécules sur le vin Solaris. Les différents composés sont repris dans le *tableau 1.3-8* (Gambetta *et al.*, 2014).

Tableau 1.3- 8. Les principaux hétérocycles, oxygénés et azotés retrouvés dans les vins monocépages de Chardonnay et de Solaris

Nom et structure chimique		Descripteurs aromatiques	Seuil de perception (µg/L)	Concentration dans un vin de Chardonnay (µg/L)
2-Furfural		Amande	2000 - 23000	n.a.
5-méthylfurfural		Chaud, épicé	20000	6 – 37,5
2-Furanmethanethiol		Café torréfié	0,0004	0,014
2-Isobutyl-3-methoxypyrazine (IBMP)		Poivron vert	0,002	n.a.

1.3.2.9. Dérivés Halogénés

Les produits halogénés ne sont pas censés se retrouver dans le vin. Toutefois, l'utilisation de ces derniers pour le nettoyage des cuves en inox ou comme produits phytosanitaires peut conduire à les récupérer sous forme de trace (Bakker & Clarke, 2011). Rappelons que la molécule responsable du goût de bouchon connu sous le nom de TCA est le trichloroanisole (*figure 1.2-11*).

1.3.2.10. Composés soufrés

D'autres molécules, dont notamment des produits soufrés, peuvent se retrouver dans le vin. Les thiols polyfonctionnels comme le 3-Sulfanylhéxanol ou encore le 4-sulfanyl-4-méthyl-pentan-2-one sont des composés extrêmement odorants avec des seuils de perception très bas. Avec leurs odeurs respectives de fruit de la passion et de zeste de citron, ils jouent un rôle déterminant dans la qualité des vins de Chardonnay (Gambetta *et al.*, 2014). De plus, le 3SHol et l'AS3H sont présents dans le vin sous forme d'énantiomères dû à un centre chiral de la molécule. Leurs descripteurs aromatiques varient d'une forme à l'autre (Tominiga, Niclass, Frérot, & Dubourdieu, 2006). Ces thiols polyfonctionnels ne sont pas odorants dans le raisin suite à leur présence sous forme de précurseurs glutathionés et cystéinés comme le S-3-(hexan-1-ol)-L-cystéine (Pcys3SH) (*figure 1.3-15*). Ces précurseurs sont présents dans la peau des raisins et ils ne vont être libérés par les levures que durant la fermentation alcoolique.

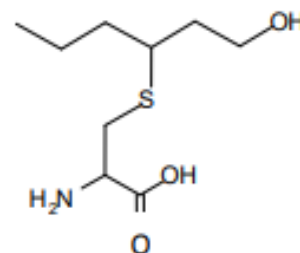
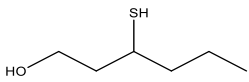
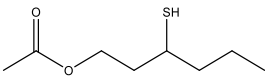
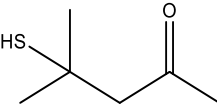
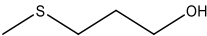


Figure 1.3- 15. Structure chimique du Pcys3SH, précurseur du 3SHol

Tableau 1.3- 9. Les composés soufrés retrouvés dans les vins monocépages de Chardonnay et de Solaris

Nom et structure chimique		Descripteurs aromatiques	Seuil de perception (µg/L)	Concentration dans un vin de Chardonnay (µg/L)
3-Sulfanylhexanol (3SHol)		Fruit de la passion, pamplemousse	0,06	0,006 – 0,229
3-Sulfanylhexyl acétate (3SHA)		Buis, fruit de la passion	0,004	0,006 – 0,083
4-Sulfanyl-4-méthylpentan-2-one (4S4MP2ONE)		Zeste de citron, cassis, urine de chat	0,055	0,008 – 0,024
Méthionol		Radis, chou fleur, oignon	171	n.a

Un autre composé soufré connu des œnologues est le méthionol connu sous le nom de défaut de réduction.

Voici pour l'ensemble des composés ayant été relevés comme présents dans le vin Chardonnay et Solaris, influençant toutefois de manière diverse les arômes de ces vins.

2. Matériel et méthodes

2.1. Echantillonnage des moûts et des vins

Les échantillons analysés pendant cette étude proviennent de deux domaines viticoles différents.

Le domaine du Chenoy (Namur, Belgique) où ont été étudiés le moût Solaris 2017 et son vin correspondant ainsi que les vins des deux années précédentes, 2015 et 2016.

Le deuxième domaine est le domaine du Chapitre (Nivelles, Belgique) où ont été prélevés les moûts des cépages Solaris 2017 et Chardonnay 2017. Les vins Chardonnay 2017 et les vins Solaris 2016 et 2017 ont également été apportés par le maître de chai au laboratoire INBR afin d'être analysés.

Pour le domaine du Chenoy, la récolte du raisin a été faite manuellement sur deux parcelles distinctes. Les vendanges ont eu lieu les 11 et 12 septembre 2017 sur une première parcelle où la vigne a été partiellement effeuillée (moût 2) (c'est-à-dire uniquement du côté Nord des lignes) et une deuxième où la vigne n'était pas du tout effeuillée avant la récolte (moût 1). Pour chaque parcelle, des grappes de raisin ont été récoltées à différents endroits, de manière aléatoire sur la parcelle. Les deux lots de grappes de raisin Solaris ont été ramenés au laboratoire INBR afin d'être pressés manuellement à l'aide d'un pressoir manuel. Un troisième lot (moût 3) a été prélevé après pressurage sur le chai, après mélange des grappes provenant des deux parcelles. Le prélèvement du moût est effectué à la sortie de la cuve au robinet.

Pour les deux moûts pressés au laboratoire, ils ont été mis dans une maille et pressés à l'aide d'un pressoir manuel. Le résultat n'étant pas satisfaisant car les raisins n'étaient pas assez écrasés, rapidement le pressurage s'est effectué en serrant le sac à la main avec les raisins à l'intérieur afin d'en récolter le moût.

Pour le domaine du Chapitre, le moût de Solaris a été récupéré directement après pressurage à la suite des vendanges du 12 septembre 2017. Pour le Chardonnay de ce même domaine, les vendanges ont été effectuées le 27 septembre 2017. Les échantillons ont été récupérés après débourbage. Aucun moût n'a été pressé à la main pour ce vignoble.

Comme mentionné précédemment, les vins Solaris 2015, 2016 et 2017 du domaine du Chenoy et les vins Chardonnay 2017 ainsi que Solaris 2016 et 2017 du domaine du Chapitre ont été apportés par les vignerons au sein du laboratoire INBR.

2.2. Conservation et stockage des échantillons de moût et de vin

Le stockage des bouteilles de vin est réalisé en chambre froide à 4°C à l'abri de la lumière. Lorsque la bouteille de vin a été ouverte pour une expérience, le reste est congelé dans des bouteilles d'un litre en polyéthylène à haute densité (PEHD) à -30°C ou dans des flacons Schott en verre d'un litre. Le test de l'acidité totale se fait obligatoirement avant congélation puisque les acides tartriques précipitent à froid. Une fois les expériences d'extractions d'arômes réalisées (SAFE, p-HMB), les fioles contenant les extraits concentrés sont stockés dans un congélateur REVCO à -80 °C.

2.3. Questionnaire pour les vignerons

Afin de collecter de l'information sur les vignobles étudiés, leurs pratiques dans les vignes et dans le chai, un questionnaire a été élaboré par Laura Decourrière, Danaé Falesse et moi-même. Le questionnaire vierge est disponible à l'Annexe I. Ces questionnaires complétés par les maîtres de chai ne sont pas repris en annexe pour des raisons de confidentialité.

2.4. Analyse sensorielle

Une analyse sensorielle pour les différents vins des deux domaines a été réalisée. Elle se déroule dans la salle de dégustation du laboratoire INBR. Ce local est thermostaté afin d'optimiser les conditions de dégustation. Le panel de dégustateurs est constitué de 9 membres formés du laboratoire. Les échantillons de vins sont servis à température ambiante dans des verres placés devant le dégustateur. Remarquons que dans le cas présent, le dégustateur est informé de la nature de l'échantillon qu'il va devoir déguster. Il est invité à compléter une fiche de dégustation basique qui se focalise sur le premier nez, le second nez et la dégustation en bouche. L'idée est de laisser le dégustateur libre de noter les descripteurs aromatiques dominants de l'échantillon sans lui demander de se focaliser sur certains arômes en particulier (à l'opposé d'une fiche de dégustation parfois très complète distribuée pendant d'autres dégustations en INBR). Une synthèse de ces fiches de dégustation sera placée dans la partie résultat pour chacun des vins dégustés.

2.5. Analyses de bases sur moût et vin

Les dates de l'ensemble des analyses et actions opérées sur les moûts et les vins durant ce mémoire sont reprises dans le *tableau 2.5-1*.

Tableau 2.5- 1. Dates des analyses et des opérations effectuées sur les moûts et les vins des domaines du Chapitre et du Chenoy

Analyses /Echantillons	Moût 1 Chenoy Solaris	Moût 2 Chenoy Solaris	Moût 3 Chenoy Solaris	Vin 2015 Chenoy Solaris	Vin 2016 Chenoy Solaris	Vin 2017 Chenoy Solaris	Moût Chapitre Solaris	Vin 2016 Chapitre Solaris	Vin 2017 Chapitre Solaris	Moût Chapitre Chardonnay	Vin 2017 Chapitre Chardonnay
pH	Septembre 2017	Septembre 2017	Septembre 2017	Février 2018	Février 2018	Mai 2018	Septembre 2017	Septembre 2017	Mai 2018	Septembre 2017	Juin 2018
Acidité totale	Septembre 2017	Septembre 2017	Septembre 2017	Février 2018	Février 2018	Mai 2018	Septembre 2017	Septembre 2017	Mai 2018	Septembre 2017	Juin 2018
Azote assimilable	Septembre 2017	Septembre 2017	Septembre 2017	-	-	-	Septembre 2017	-	-	Septembre 2017	-
PAAR	Février 2018	Février 2018	Février 2018	-	-	-	Février 2018	-	-	Février 2018	-
Réfractomètre	Mars 2018	Mars 2018	Mars 2018	-	-	-	Mars 2018	-	-	Mars 2018	-
Acide malique	Novembre 2017	Novembre 2017	Novembre 2017	-	-	-	Novembre 2017	Novembre 2017	-	Novembre 2017	-
SAFE [IST] ppm	04/10/17 20 ppm	04/10/17 20 ppm	11/05/18 0,8 ppm	08/06/18 0,8ppm	08/06/18 0,8 ppm	18/04/18 0,8 ppm	05/10/17 20 ppm	05/10/17 20 ppm	17/05/18 0,8 ppm	11/05/18 0,8 ppm	14/06/18 0,8 ppm
GC-O	-	-	-	-	-	Mai 2018	-	Mars-Avril 2018	Juin 2018	-	-
SIM	Février 2018	Février 2018	Mai 2018	Juin 2018	Juin 2018	Mai 2018	Février 2018	Février 2018	Mai 2018	Mai 2018	Juin 2018
DMS	Février 2018	Février 2018	Mai 2018	Juin 2018	Juin 2018	Mai 2018	Février 2018	Février 2018	Mai 2018	Mai 2018	Juin 2018
p-HMB	-	-	-	-	-	-	-	27/02/18	-	-	-
Analyse sensorielle	-	-	-	-	-	Mai 2018	-	-	Mai 2018	-	Juin 2018

2.5.1. Détermination du pH d'un moût et d'un vin

La mesure du pH a été réalisée en suivant le protocole appliqué au laboratoire INBR se référant lui-même au *recueil des méthodes internationales d'analyse des vins et des moûts*, OIV, 2006.

Principe

La quantité et la nature des acides présents dans le moût et dans le vin vont influencer le pH. En général, le pH d'un moût se situe aux alentours de 4 alors que le pH du vin varie entre 2,7 et 3,8 (Dominé, 2000).

Le principe se base sur la mesure du potentiel entre deux électrodes plongées dans le moût ou dans le vin. Une électrode dont le potentiel est fixe et connu sert de référence. Le potentiel de la seconde électrode est fonction du pH de la solution.

La liste des réactifs utilisés est reprise dans le *tableau 2.5-2* ci-dessous.

Tableau 2.5- 2. Liste des réactifs utilisés lors de la détermination du pH d'un moût et d'un vin.

Réactifs	Fournisseurs
Solution tampon pH 4	VWR
Solution tampon pH 7	VWR

Protocole détaillé

Le filtrat doit être à température ambiante (20 - 25°C) avant la prise de la mesure. Le moût est filtré à l'aide d'un filtre et d'un entonnoir dans un berlin de 50 mL. Il n'est pas nécessaire de filtrer le vin. Le pH-mètre est calibré à l'aide de deux solution tampons, l'une à pH 4 et l'autre à pH 7. L'électrode est ensuite plongée dans le berlin contenant le moût ou le vin ainsi qu'un barreau magnétique. Une agitation soutenue est assurée grâce à une plaque agitante. Le pH est alors directement lu sur le pH-mètre.

2.5.2. Détermination de l'acidité totale d'un moût ou d'un vin

La mesure de l'acidité totale est effectuée en suivant le protocole du laboratoire INBR se référant lui-même au *recueil des méthodes internationales d'analyse des vins et des moûts*, OIV, 2006.

Principe

Les différents acides retrouvés dans le moût et dans le vin proviennent de différentes sources. Tout d'abord, le raisin peut être une source d'acides tartriques et L-(-)-malique. Le métabolisme des levures et des bactéries ainsi que des additions œnologiques produiront également certains acides tels que les acides acétique, succinique et lactique. Ces acides provenant de différentes sources vont évoluer durant la maturation, la vinification et enfin pendant l'élevage du vin.

L'acidité totale est constituée par la somme des acidités titrables lorsqu'on amène le pH à 7 par addition d'une solution alcaline (NaOH). L'acidité totale ne comprend pas le CO₂. Le dosage

de l'acidité totale est couramment utilisé pour guider le vinificateur, quantifier les sensations acides ou encore vérifier la conformité des normes techniques, commerciales et réglementaires.

La liste des réactifs utilisés lors de la mesure de l'acidité totale du moût et du vin est reprise dans le *tableau 2.5-3* ci-dessous.

Tableau 2.5- 3. Liste des réactifs utilisés lors de la détermination de l'acidité totale d'un moût et d'un vin

Réactifs	Fournisseurs
NaOH (0,1 M)	VWR
Bleu de bromothymol	Sigma Aldrich
Eau milli-Q	Millipore

Protocole détaillé

Il existe deux manières de procéder afin de déterminer l'acidité totale du moût et du vin, une mesure potentiométrique et un titrage au bleu de bromothymol.

- *Mesure potentiométrique*

50 mL de vin ou de moût sont placés dans un berlin avant d'être agités durant 5 minutes au bain ultrason. Le moût est ensuite filtré contrairement au vin. 10 ml de vin ou de moût filtré sont prélevés et placés dans un berlin de 50mL contenant un barreau magnétique. À ceci sont ajoutés 10 mL d'eau milli-Q. Une fois le pH-mètre calibré, l'électrode est plongée dans le berlin et l'agitation est lancée. La solution de NaOH est ajoutée à l'aide d'une burette graduée de 25mL dans le bécher jusqu'à ce que le pH atteigne la valeur de 7 à 20°C. Le nombre de millilitres de NaOH 0,1M nécessaires pour atteindre cette valeur est noté. L'expérience est répétée trois fois et la valeur moyenne est calculée.

- *Titrage au bleu de bromothymol*

Il s'agit d'un titrage en présence du bleu de bromothymol comme indicateur de virage coloré de fin de réaction par comparaison à un étalon de coloration.

- *Essai préalable*

Dans un erlenmeyer de 100 mL contenant un barreau magnétique, 10 mL d'échantillon et 25 mL d'eau milli-Q sont insérés à l'aide d'une pipette graduée et d'une poire à pipeter. Quelques gouttes de bleu de bromothymol sont ajoutées au mélange. Le NaOH 0,1M est ensuite ajouté goutte à goutte à l'aide d'une burette graduée jusqu'à l'obtention de la coloration bleu-canard. Pour terminer, 5 mL de la solution tampon à pH 7 sont ajoutés.

- *Mesure*

Pour la mesure, il faut cette fois-ci ajouter 10 mL d'échantillon et 30 mL d'eau milli-Q. Comme pour l'essai préalable, on y ajoute quelques gouttes de bleu de bromothymol. À l'aide de la burette, la solution de NaOH 0,1M est versée goutte à goutte jusqu'à l'obtention d'une solution ayant une coloration semblable à l'essai préalable. On notera V le nombre de millilitres de

NaOH 0,1M versés. Trois répétitions sont réalisées et la moyenne arithmétique des trois mesures est calculée.

2.5.3. Détermination de la teneur en azote assimilable d'un moût

La mesure de l'azote assimilable a été réalisée en suivant le protocole du laboratoire INBR se référant lui-même au livre « le vin de l'analyse à l'élaboration » de *D. Delanoé*.

Principe

La formoltitration est une méthode simple et rapide pour déterminer la teneur en azote assimilable par la levure (acides *alpha* aminés et ammonium). Le moût est neutralisé par une base jusqu'à pH 7 (neutralisation des acides carboxyliques n'appartenant pas aux acides aminés). Ensuite, un excès de formaldéhyde est ajouté afin de former des bases de Schiff avec les amines des acides aminés. Les acides carboxyliques des acides aminés peuvent ainsi à leur tour être titrés par une base. Le formaldéhyde réagit avec le groupe aminé libre des acides *alpha* aminés. L'ammonium peut également être titré à ce pH. Remarquons que la proline, généralement non-utilisée par la levure en fermentation, est partiellement titrée au cours de cette expérience. Ceci induit une erreur systématique sur la valeur. Cette expérience est réalisée uniquement sur le moût.

La liste des réactifs utilisés est reprise dans le *tableau 2.5-4* ci-dessous.

Tableau 2.5- 4. Liste des réactifs utilisés lors de la détermination de la teneur en azote assimilable du moût

Réactifs	Fournisseurs
NaOH (0,1 M)	VWR
Solution de formaldéhyde (37%)	Sigma Aldrich

Protocole détaillé

- Préparation de la solution **A** de formaldéhyde

Une solution de formaldéhyde à 37% disposée dans un bécher de 100 mL est amenée à pH 7 grâce à du NaOH (0,1M). Il est important de réaliser cette expérience sous hotte du fait de la toxicité du formaldéhyde. Nous appellerons cette solution la solution **A**.

- Mesure

Cette mesure se réalise à la suite de la mesure de l'acidité totale par titrage au bleu de bromothymol (sans avoir oublié de vérifier que le pH soit bien égal à 7). À cette solution sont ajoutés 20 mL de la solution **A** de formaldéhyde à l'aide d'une pipette graduée et d'une poire à pipeter. La solution est ensuite laissée quelques minutes sous agitation. Un titrage au NaOH (0,1M) est réalisé à l'aide d'une burette graduée jusqu'à ce que l'échantillon vire à nouveau à la couleur bleu-canard. On notera le volume de NaOH versé et après avoir effectué la manipulation trois fois, on calculera la moyenne arithmétique des résultats obtenus. *L'équation 1* permet de connaître la concentration en azote assimilable par litre de moût.

Équation 1

$$mg \frac{N}{L} = mL \text{ de } NaOH (0,1N) * 140$$

2.5.4. Dosage enzymatique de l’acide L-malique dans un moût ou dans un vin

La mesure de l’acide L-malique au sein d’échantillons de vin ou de moût a été réalisée en suivant un protocole du laboratoire INBR se référant lui-même au *recueil des méthodes internationales d’analyse des vins et des moûts, OIV*. De plus, un protocole oenolab fournit dans le kit enzymatique a été suivi. Remarquons que le fournisseur assure une efficacité du test jusqu’à deux mois après ouverture des réactifs.

Principe

L’acide L-malique mis en présence de nicotinamide-adéniné-dinucléotide (NAD⁺) est oxydé en oxaloacétate dans une réaction catalysée par la L-malate deshydrogénase (L-MDH). En présence de L-glutamate, l’oxaloacétate est transformé en L-aspartate. Cette réaction est catalysée par la glutamate-oxaloacétate-transaminase (GOT). Ces deux réactions sont observables sur la *figure 2.5-1* ci-dessous.

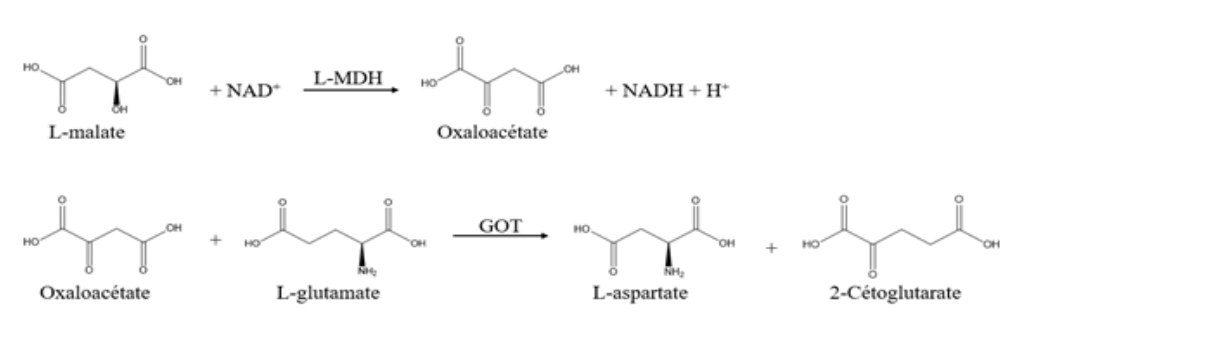


Figure 2.5- 1 Réaction de transformation de l’acide L-malique en L-aspartate.

La formation de NADH est mesurable par l’augmentation de l’absorbance à la longueur d’onde de 340 nm. Cette augmentation est proportionnelle à la quantité de L-malate présent en solution dans l’échantillon de départ. La liste des réactifs utilisés pendant le dosage de l’acide L-malique est reprise dans *le tableau 2.5-5* ci-dessous.

Tableau 2.5- 5. Liste des réactifs utilisés lors de la mesure de l’acide L-malique

Réactifs	Fournisseurs
Kit enzymatique pour la détermination de l’acide L-malique contenant : - Flacon A : tampon - Flacon B : diluant - Flacon C : enzymes - Flacon STD standard à 3g/L (contrôle positif)	Oenolab
Eau milli-Q	Millipore

Protocole détaillé

Le vin peut directement être utilisé si la concentration en acide L-malique est inférieure à 3g/L. Si la concentration est supérieure, il faut dès lors procéder à une dilution de l'échantillon avec de l'eau milli-Q. Les résultats obtenus seront alors multipliés par le facteur de dilution. Le moût doit être centrifugé avant de réaliser l'expérience et seul le surnageant est utilisable pour réaliser la mesure. Le spectrophotomètre est réglé sur la longueur d'onde 340 nm. Les mesures d'absorbance se font dans les cuves en quartz de 1cm de trajet optique. Le 0 de l'absorbance correspond à la mesure réalisée pour de l'eau milli-Q.

Le *tableau 2.5-6* suivant illustre le protocole qui est ensuite suivi. Six mesures différentes d'absorbances sont réalisées en mettant à chaque fois les quantités données dans la cuve. R1 correspond au flacon A d'Oenolab et peut directement être utilisé. Afin de réaliser R2, le flacon C d'Oenolab est agité. 200 µl du flacon C sont ensuite mélangés avec 4300 µl du flacon B.

Tableau 2.5- 6. Protocole suivi pour déterminer la teneur en acide L-malique

	Blanc	Standard	Echantillon
R1	2200 µl	2200 µl	2200 µl
Eau	30 µl		
Standard		30 µl	
Echantillon			30 µl
Agiter et lire	DO1 blanc	DO1 standard	DO1 échantillon
R2	300 µl	300 µl	300 µl
Agiter et attendre 15 minutes avant de lire	DO2 blanc	DO2 standard	DO2 échantillon

Les *équations 2, 3 et 4 reprises ci-dessous* permettent de déterminer la concentration de l'échantillon en acide L-malique.

Équation 2 $\Delta DO \text{ échantillon} = (DO2 - DO1) \text{ échantillon} - (DO2 - DO1) \text{ blanc}$

Équation 3 $\Delta DO \text{ standard} = (DO2 - DO1) \text{ standard} - (DO2 - DO1) \text{ blanc}$

Équation 4 $C \text{ échantillon} \left(\frac{g}{L} \right) = C \text{ standard} \times \frac{\Delta DO \text{ échantillon}}{\Delta DO \text{ standard}}$

2.5.5. Détermination de la densité d'un moût

La mesure de la densité du moût a été réalisée grâce à l'Anton Paar DMA™ 4500 M. L'explication du principe de cette mesure provient de la brochure Anton Paar, 2018.

Principe

L'échantillon est introduit dans un tube en U en verre borosilicaté excité qui oscille à une fréquence caractéristique directement liée à la densité de l'échantillon. Après avoir atteint une oscillation stable, l'excitation est éteinte et l'oscillation disparaît. Cette séquence d'oscillation et de disparition progressive est répétée en continu. Les effets de viscosité sont corrigés et les

bulles d'air, si elles sont présentes, sont détectées. Cependant, un soin tout particulier est apporté par l'opérateur afin d'éviter la présence de bulles d'air.

Protocole détaillé

Le moût de vin est filtré et 15 mL sont injectés dans l'appareil Anton Paar à l'aide d'une seringue. La mesure de la densité est directement lue sur l'écran après stabilisation de l'appareil.

2.5.6. Détermination de la teneur en sucres dans un moût via l'indice de réfraction

La mesure de la teneur en sucres du moût a été réalisée grâce au réfractomètre numérique PAL Digital Atago Pocket.

Principe

La détermination de la teneur en sucres d'un moût permet ensuite de calculer le titre alcoométrique potentiel (TAV en %) à partir du rendement probable de la transformation des sucres en alcool. Le calcul est réalisé en tenant compte du fait que pour un vin blanc, 16,83 g/L de sucres permettent la formation d'1 % d'alcool.

Protocole détaillé

Le moût est filtré puis une goutte est placée sur le prisme du réfractomètre préalablement nettoyé. La valeur est lue directement sur le réfractomètre. Le tableau 2.5-7 reprend certaines des valeurs données par les tables alliant l'évaluation de la teneur en sucre et la réfractométrie à partir du *Recueil international des méthodes d'analyses, OIV, 2006*.

Tableau 2.5- 7. Teneur en sucres présent dans un moût en fonction du % de saccharose et de l'indice de réfraction

Saccharose % (m/m)	Indice de réfraction à 20 °C	Masse volumique à 20 °C	Sucres en g/L fermentescibles	Sucres en g/kg fermentescibles
20,0	1,36384	1,0818	191,9	177,4
20,1	1,36401	1,0822	193,0	178,4
21,2	1,36585	1,0872	205,5	189,1
21,3	1,36602	1,0876	206,7	190,0
21,4	1,36619	1,0881	207,8	191,0

2.6. Extraction d'arômes

2.6.1. Technique SAFE (Solvent Assisted Flavour Evaporation)

Principe

La technique SAFE (Solvent Assisted Flavour Evaporation) est une technique de distillation sous vide qui permet l'extraction des molécules aromatiques. Cette technique a été développée par Engels, Bahr et Schieberle en 1999 (Engel, Bahr, & Schieberle, 1999). La distillation sous vide permet de réduire la température d'ébullition des composés aromatiques et donc leur évaporation à des températures ne provoquant pas leur dégradation. Bien que le nom de la méthode puisse le laisser supposer, dans notre cas, il n'y a pas d'utilisation de solvant avant la distillation mais bien après.

Les extraits d'arômes obtenus au départ d'échantillons de moût et de vin sont ensuite directement analysés selon les méthodes d'analyse décrites au point 2.8.

La liste des réactifs utilisés lors de l'extraction SAFE est reprise dans le *tableau 2.6-1* ci-dessous.

Tableau 2.6- 1. Liste des réactifs utilisés lors du SAFE

Réactifs	Fournisseurs
Ethanol absolu 99%	VWR Chemicals
CH ₂ Cl ₂	VWR Chemicals
2-Acétylthiophène (IST)	Sigma Aldrich
Eau milli-Q	Millipore
Na ₂ SO ₄ (anhydre)	Sigma Aldrich
Grains de carborandum	Prolabo
Dodécane (EST)	Sigma Aldrich

Protocole détaillé

- Préparation de la solution d'IST - A27

Une solution stock d'environ 1000 ppm de 2-acétylthiophène (A27) est préparée dans de l'éthanol absolu.

- Distillation par la technique SAFE

La *figure 2.6-1* illustre le dispositif utilisé lors de l'extraction. La première étape consiste à régler la pression entre $5 \cdot 10^{-3}$ et $5 \cdot 10^{-4}$ Pa. La fréquence de la pompe à vide est de 1500 Hz. Le dispositif est placé sous haut-vide au niveau de l'embout **18**.

Dans un jaugé, 2 ml d'une solution à 20 ppm d'IST est ajouté (l'équivalence d'IST est ajouté afin de viser une concentration de 0,80ppm dans le moût ou le vin) dans 50ml d'échantillon. Cet échantillon est versé dans l'entonnoir **4**. Le robinet de sortie de l'entonnoir **5** est légèrement ouvert afin que l'échantillon tombe goutte-à-goutte dans le ballon de distillation de 250 mL attaché à la jambe gauche **11**. Le ballon de distillation se trouve dans un bain à 40°C, ce qui permet la vaporisation de l'échantillon vers la tête du dispositif. Les composés volatils sont transférés au niveau de la tête de distillation **3a** et deux obstacles en formes d'hélices **15** permettent la séparation des composés volatils et non volatils. Afin d'éviter que les arômes ne se condensent avant le niveau **12**, un flux d'eau à 30 °C circule dans le dispositif SAFE. La phase aqueuse qui contient les composés volatils est récupérée dans le ballon du distillat attaché à la jambe droite **12** et immergé dans un piège à froid rempli d'azote liquide afin de condenser les composés. Lorsque la distillation est finie, le ballon attaché à la jambe droite **12** de 250 mL contenant les composés aromatiques est récupéré. Après avoir été fermé par un bouchon en plastique, le ballon doit remonter à température ambiante et son contenu doit être sous forme liquide pour la suite de la manipulation. En effet, en fin d'extraction, le ballon de droite est sous forme solide.

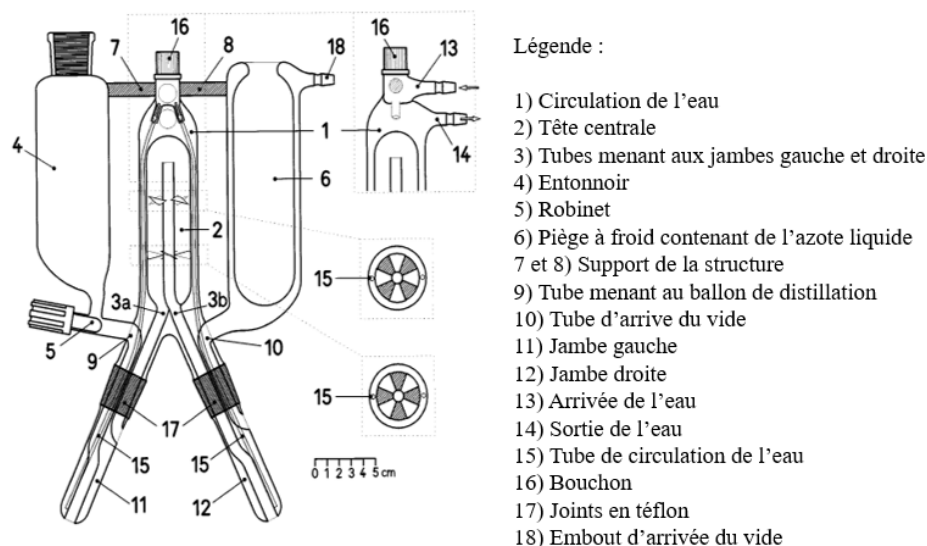


Figure 2.6- 1. Schéma détaillé du dispositif SAFE

- Extraction liquide-liquide

Le dichlorométhane bidistillé (non disponible commercialement mais double distillation réalisée en INBR) est utilisé afin de minimiser les impuretés dans le solvant avant concentration. Trois extractions successives au CH_2Cl_2 bidistillé sont réalisées sur la phase aqueuse ($3 \times 17 \text{ mL}$; 2 min d'agitation par extraction). Après décantation, la phase organique (CH_2Cl_2 en dessous) est récupérée dans un flacon Schott de 250 mL. L'opération est répétée trois fois et les phases organiques sont rassemblées dans un seul flacon.

Les phases organiques sont ensuite lavées avec de l'eau milli-Q pour éviter la présence d'éthanol qui pourrait poser problème lors de l'étape de concentration (Kuderna-Danish). Trois lavages à l'eau milli-Q successifs sont réalisés ($3 \times 17 \text{ mL}$).

- Séchage de l'extrait

L'extrait est séché sur Na_2SO_4 anhydre (stocké à l'étuve jusqu'à utilisation). 3 spatules de Na_2SO_4 y sont ajoutées avant de secouer la solution durant 10 minutes.

- Concentration de l'extrait

L'extrait séché est placé dans le dispositif de concentration Kuderna-Danish ainsi que quelques grains de carborandum. $625 \mu\text{L}$ d'une solution de dodécane initiale (EST-J161) à 20 ppm sont également ajoutés. Le dodécane joue le rôle de standard externe dans cette étape de concentration. Le Kuderna-Danish contenant l'extrait est placé dans un bain thermostaté à 45°C . La concentration est terminée lorsqu'on obtient un volume de $500 \mu\text{L}$. Cet extrait concentré est alors placé dans un vial GC et injecté en GC-MS selon les conditions définies au § 2.7.3. Cet extrait sera ensuite stocké entre deux analyses à -80° .

2.6.2. Technique p-HMB – extraction des thiols

Principe

Les thiols sont des molécules réactives qui peuvent s'oxyder, dimériser et réagir avec des électrophiles. Leur extraction nécessite de prendre de grandes précautions afin de minimiser leurs dégradations. La dérivatisation des thiols avec l'acide p-hydroxymercuribenzoïque (p-HMB) est une méthode efficace pour isoler ces composés présents en faibles concentrations dans un vin (ou une bière).

La spécificité de cette extraction est la réactivité des thiols avec le p-HMB à pH 8,5. Piéger les thiols via le p-HMB nous permet de les isoler de manière sélective et qui plus est réversible. En effet, par effet de compétitions d'affinité pour le substrat, ces thiols peuvent être libérés grâce à l'élution d'une solution de cystéine. Ce mécanisme est observable à la *figure 2.6-2*.

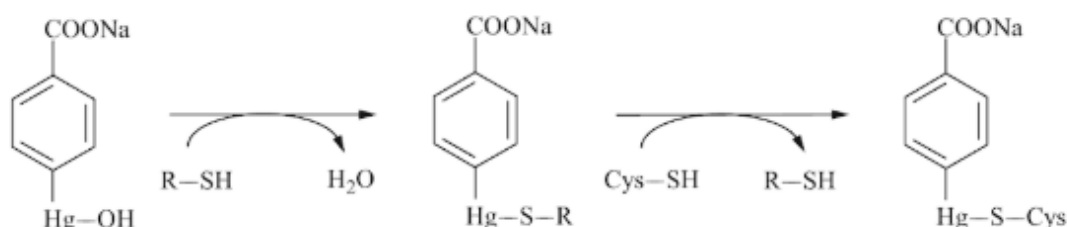


Figure 2.6- 2. Extraction des thiols en utilisant l'acide p-hydroxymereubenzonique comme agent sélectif de dérivatisation (repris de (Bauer, Badoud, & Löliger, 2010))

La liste des réactifs utilisés lors de l'extraction des thiols est reprise dans le *tableau 2.6-2* ci-dessous.

Tableau 2.6- 2. Liste des réactifs utilisés lors de l'extraction des thiols

Réactifs	Fournisseurs
Eau Milli-Q	Millipore
4-Méthoxy-2-méthyl-2-butanethiol (A53-IST)	Oxford Chemicals
2-Acétylthiophène (A27-EST)	Sigma Aldrich
Résine anionique - Dowex	Sigma Aldrich
HCl (37%)	Sigma Aldrich
CH ₂ Cl ₂	VWR Chemicals
NaOH 2M	Janssen
Acétate de sodium	UCB
p-HMB	Sigma Aldrich
tris (Hydroxyméthyl) aminométhane (TRIS)	USB
Cystéine HCl monohydratée	Avocado
Sulfate de sodium	Sigma Aldrich
Grains de carborundum	Prolabo

Protocole détaillé

L'IST, l'EST, le tampon acétate et le p-HMB sont préparés la veille de l'extraction tandis que la solution de cystéine est préparée le jour même.

- *Préparation de l'IST*

33.5 mg de 4-méthoxy-2-méthyl-2-butanethiol (A53) sont placés dans un jaugé de 50 mL. Le volume est porté au trait avec de l'éthanol absolu (solution 1). 0,1 mL de la solution 1 est prélevé et dilué dans 10 mL d'éthanol absolu (solution 2). 0,5 mL de la solution 2 est dilué dans 5 mL d'éthanol absolu (solution 3).

- *Préparation de l'EST*

25 mg de 2-acétylthiophène (A27) sont placés dans un jaugé de 25 mL. Le volume est porté au trait avec du dichlorométhane bidistillé (solution 4). 0,1 mL de la solution 4 est prélevé et dilué dans 10 mL de dichlorométhane bidistillé (solution 5). 0,1 mL de la solution 5 est prélevé et dilué dans 5 mL de dichlorométhane bidistillé.

- *Préparation du tampon acétate*

2.05 g d'acétate de sodium sont dilués dans 250 mL d'eau milli-Q. Le pH est ajusté à 6 avec de l'HCl (2 M soit 6%).

- *Préparation de la solution de p-HMB*

90 mg de p-HMB et 6,15 g de TRIS sont dissous dans un jaugé contenant 250 mL d'eau milli-Q. L'échantillon est mis à l'abri de la lumière au moyen de papier aluminium. Cette solution est à manipuler avec beaucoup de précaution. En effet, ce composé est toxique.

- *Préparation de la solution de cystéine*

640 mg de cystéine HCl monohydratée sont dissous dans 50 mL d'eau milli-Q. Le pH est amené entre 6,8 et 7,2 à l'aide de NaOH (2 M). Cette solution est ensuite lavée 4 fois avec 50 mL de CH₂Cl₂. La solution est agitée durant 10 minutes et la phase aqueuse est ensuite récupérée (4 répétitions). Après les lavages, la phase aqueuse est placée dans un pied gradué et le volume est porté à 60 mL au moyen d'eau milli-Q.

- *Extraction des thiols du moût ou du vin*

75 cl de moût ou de vin sont placés dans un flacon Schott de 2L. 1,5 mL d'IST à 0,67 ppm (concentration dans le vin ou le moût de 1,324 ppb) et 300 mL de CH₂Cl₂ y sont ajoutés. Une agitation vive y est appliquée durant 30 minutes à l'aide d'un barreau magnétique et d'une plaque agitante.

La colonne d'extraction est ensuite préparée. De la laine de verre est placée au niveau du robinet de la colonne à l'aide d'une baguette en verre. La laine de verre est ensuite mouillée avec de l'HCl (0,1 M) afin d'éviter d'emprisonner de l'air. Deux grosses spatules de résine DOWEX sont mélangées à de l'HCl (0,1 M) et sont placées dans la colonne. La colonne est ensuite

rincée avec un volume d'eau milli-Q puis successivement avec 2x25 mL de NaOH (2M), ensuite avec 4x25 mL d'eau milli-Q; puis 2x25 mL d'HCL (2 M), et enfin avec 4x25 mL d'eau milli-Q.

Après les 30 minutes d'agitation, la solution est placée dans une ampoule à décanter. La phase de dichlorométhane limpide est récupérée tandis que le reste est centrifugé durant 20 minutes à 4500 rpm dans des flacons en verre. Une fois les flacons centrifugés, le dichlorométhane est récupéré à l'aide d'une pipette de 50 mL. La phase dichlorométhane est ensuite agitée avec 30 mL de la solution p-HMB durant 5 minutes avant d'être laissée à décanter dans une ampoule à décanter. La phase aqueuse est récupérée et l'opération est répétée en agitant durant 10 minutes. Les fractions aqueuses sont ensuite passées sur la résine à un rythme d'une goutte par seconde. La résine est rincée avec la solution de tampon acétate (2x25 mL). La solution de cystéine (2x30 mL) est éluée sur la colonne et un flacon schott de 100 mL est placé dessous afin d'en récupérer l'éluat. Ce dernier est agité durant 5 minutes avec 10 mL de CH₂Cl₂ bidistillé et puis durant 10 minutes avec 15 mL de CH₂Cl₂ bidistillé. L'ensemble est placé dans une ampoule à décanter de 100 mL. La phase CH₂Cl₂ est récoltée et séchée sur Na₂SO₄ anhydre.

- *Concentration de l'extrait*

La solution est placée dans le dispositif Kuderna-Danish. 1 mL d'EST à 0,2 ppm (concentration attendue après concentration = 13,33 ppb) et quelques grains de carborandum sont ajoutés à la solution. Le dispositif Danish-Kuderna est placé dans un bain d'eau thermostatisé à 45°C afin de concentrer la solution jusqu'à un volume de 500 µL. La solution obtenue est ensuite concentrée à l'aide d'un dispositif Dufton également dans un bain d'eau à 45 °C et jusqu'à un volume final de 70 µL. L'extrait concentré est placé dans un vial GC et est injecté en GC-PFPD selon les conditions définies au § 2.7.3.

2.7. Appareillage utilisé

2.7.1. Principe de la GC-MS

La chromatographie en phase gazeuse (GC) est une technique de séparation des molécules volatils. Les composés volatils sont injectés et transportés grâce à un gaz vecteur à travers une colonne contenant une phase stationnaire liquide ou solide. Ces composés sont ensuite séparés en fonction de leur affinité avec cette phase stationnaire. Les molécules ayant le moins d'affinité sont éluées en premier et vice et versa. On parle de temps de rétention d'une molécule pour caractériser le moment auquel la molécule arrive au détecteur placé en sortie de colonne. Pour des conditions opératoires fixées et pour une même colonne, ce temps de rétention est propre au composé. On préférera toutefois, comme décrit au § 2.8.3, travailler avec les indices de rétention. La colonne est placée dans un four dont la température peut être contrôlée directement via le logiciel de l'ordinateur. Un gradient de température sera défini afin de trouver un compromis entre une meilleure résolution des pics et une durée totale d'une analyse optimale.

Un spectromètre de masse, placé en sortie de colonne GC, va ensuite détecter ces molécules au fur et à mesure de leur élution. La spectrométrie de masse est une technique d'analyse où les molécules sont bombardées par un flux d'électrons. Les fragments ioniques sont ensuite séparés

en fonction de leur rapport masse sur charge (m/z). C'est grâce à ce spectre de masse représentant l'intensité des fragments ioniques en fonction de (m/z) qu'il est possible d'identifier et de quantifier les molécules. La banque de donnée NIST (National Institute of Standards and Technology) est employée afin de comparer les spectres de masse des échantillons avec ceux des composés standards présents dans la banque de données. Le logiciel suggère des propositions de composés avec des pourcentages de probabilité.

Ce dispositif GC-MS est illustré sur la *figure 2.7-1*. Le sens de l'analyse est de la droite vers la gauche, de l'injection de l'échantillon à l'acquisition du chromatogramme sur l'ordinateur.

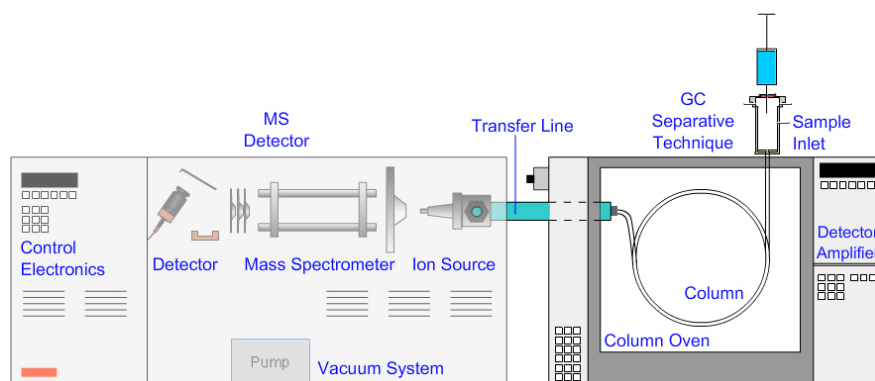


Figure 2.7- 1. Représentation schématique d'un appareillage GC-MS

2.7.2. Principe du détecteur à photométrie de flamme pulsée - PFPD

Trois types de gaz sont nécessaires au fonctionnement du détecteur PFPD : le gaz vecteur chargé des composés séparés le long de la colonne chromatographique, le gaz de combustion (hydrogène) et le gaz d'ignition (riche en air) amené au niveau de l'igniteur afin de créer une flamme grâce à une alimentation en combustible réduite, une flamme s'allume et s'éteint périodiquement. Cette dernière atteint le combustible où les composés sont brûlés dans une atmosphère riche en gaz de combustion. Certaines formes photoélectriques sont alors formées. La lumière émise est filtrée et captée par un photomultiplicateur. La flamme meurt en fin de parcours dans le fond du conducteur après avoir consommé tous les gaz sur son passage. Le système nécessite alors un petit laps de temps (quelques millisecondes) pour se recharger en combustible et permettre un nouveau cycle de la flamme. C'est l'émission retardée du soufre par rapport à celle du carbone et de l'oxygène qui est intéressante dans notre cas pour ce type de détecteur. Cela permet de focaliser l'analyse sur une gamme de temps et d'atteindre une excellente sélectivité ainsi qu'une haute sensibilité en composés soufrés.

2.7.3. Principe du détecteur à ionisation de flamme (GC-FID)

Pour ce détecteur, l'effluent de la colonne est mélangé à de l'hydrogène et brûlé dans l'air. Une fois dans la flamme, les composés organiques subissent une ionisation chimique. Les cations produits sont alors captés par une électrode et produisent un signal.

Le FID est considéré comme un détecteur universel puisqu'il détecte pratiquement tous les composés organiques. Cependant, il n'est pas très sensible (environ 1 ppm pour 1 μ injecté). Sa réponse est proportionnelle à la concentration mais dépend du composé étudié.

2.7.4. Principe du détecteur olfactométrique (GC-O)

Ce type de détecteur est utilisé dans le cas d'étude de composés au pouvoir odorant puissant. L'expérimentateur place son nez dans un entonnoir à la sortie de la colonne chromatographique (dispositif GC). Au niveau de l'entonnoir, un flux d'air (20 ml/min) permet d'entraîner les composés vers un détecteur olfactif c'est-à-dire notre nez. L'expérimentateur note au fur et à mesure du temps, les différentes odeurs perçues (plus l'intensité) ainsi que les temps de rétention correspondants, ces derniers permettant de déterminer l'indice de rétention des composés odorants. La quantification de l'impact aromatique en GC-O sera expliquée au § 2.9.2.

2.7.5. Appareillages analytiques

Lors des analyses, deux GC-MS ont été utilisés. La GC Agilent 6890N couplée au MS Agilent 5973, a permis de quantifier un grand nombre de composés répartis sur 4 programmes SIM préalablement établis dans le laboratoire INBR (cfr. §2.8) selon les paramètres décrits dans le *tableau 2.7-1*.

Tableau 2.7- 1. Paramètres de la GC Agilent 6890N et de la MS Agilent 5973

Appareillage GC	Appareillage MS
- GC Agilent 6890N - Autosampler Gerstel MPS2 - Injecteur : Splitless (<i>mode d'injection adapté à l'analyse de traces</i>)	- MS Agilent 5973 - Échantillonneur automatique ou manuel Gerstel
Paramètres	Paramètres
- Température de l'injecteur : 250 °C - Volume d'injection : 1 µL - Gaz vecteur : He (pureté 6.0) - Pression en tête de colonne : 134 kPa (<i>l'appareil travaille à pression constante</i>) - Colonne capillaire apolaire Agilent CP-Sil5 CB, phase diméthylpolysiloxane, ID : 50m x 0,32 mm, 1,2µm - gamme de températures accessibles : -60 à 325 °C - Débit : total flow : 3 mL/min (<i>septum purge compris</i>) - Débit dans la colonne : 2,9 mL/min à 36 °C - Vitesse moyenne : 35 cm/seconde - Programme de température du four : observable à la <i>figure 2.7-1</i>.	- Température de la source MS : 230 °C - Température du quadrupole : 150 °C - Solvant delay : 6,5 minutes - Énergie de la source d'impact électronique (EI) : 70 eV - Zone de balayage : m/z de 40 à 380

<i>(Travailler avec un gradient de température permet de réduire le temps d'analyse)</i>	
--	--

Le dispositif GC Agilent 7890N couplée au MS Agilent 5977B a été utilisé pour les analyses GC-MS en mode fullscan (cfr. § 2.8) selon les paramètres décrits dans le *tableau 2.7-2*.

Tableau 2.7- 2. Paramètres de la GC Agilent 7890N et de la MS Agilent 5977B

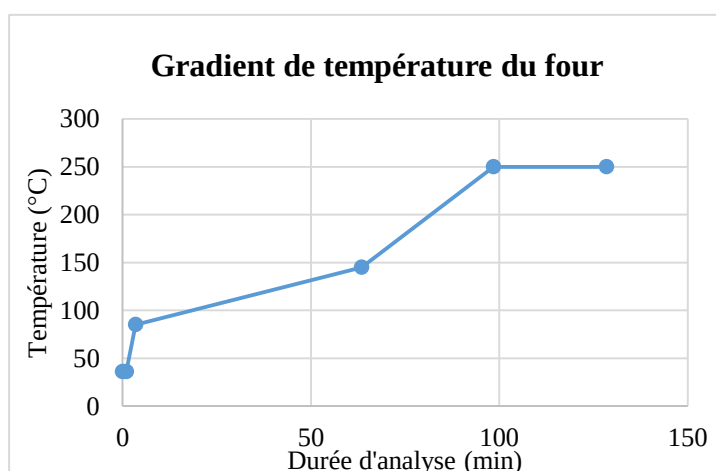
Appareillage GC	Appareillage MS
- GC Agilent 7890N - Autosampler Combipal CTC analytics Pal system - Injecteur : Splitless (<i>mode d'injection adapté à l'analyse de traces</i>)	- MS Agilent 5977B - Echantillonneur Combipal CTC analytics Pal system (automatique ou manuel)
Paramètres	Paramètres
- Température de l'injecteur : 250 °C - Volume d'injection : 1 µL - Gaz vecteur : He (pureté 6.0) - Pression en tête de colonne : 65 kPa (<i>l'appareil travaille à pression constante</i>) - Colonne capillaire apolaire Agilent 7853 CP-Sil5 CB, phase diméthylpolysiloxane, ID : 50 m x 0,32 mm, 1,2 µm - gamme de températures accessibles : -60 à 325 °C - Débit : total flow : 3 mL/min (<i>septum purge compris</i>) - Débit dans la colonne : 2 mL/min à 36 °C - Vitesse moyenne : 39,417 cm/seconde - Programme de température du four : observable à la <i>figure 2.7-2</i>. (<i>Travailler avec un gradient de température permet de réduire le temps d'analyse</i>)	- Température de la source MS : 230 °C - Température du quadrupole : 150 °C - Solvant delay : 3 minutes - Énergie de la source d'impact électronique (EI) : 1341 EM volts - Zone de balayage : m/z de 50 à 550

La GC couplée à un détecteur PFPD a été utilisée pour l'analyse des thiols obtenus après leur extraction spécifique au p-HMB. La GC-PFPD a également permis la détection du DMS dans les extraits d'arômes obtenus grâce au dispositif SAFE.

Les paramètres des GC-MS et du PFPD ainsi que les différents programmes de température se trouvent dans le *tableau 2.7-3* et les *figures 2.7-2* et *2.7-3*.

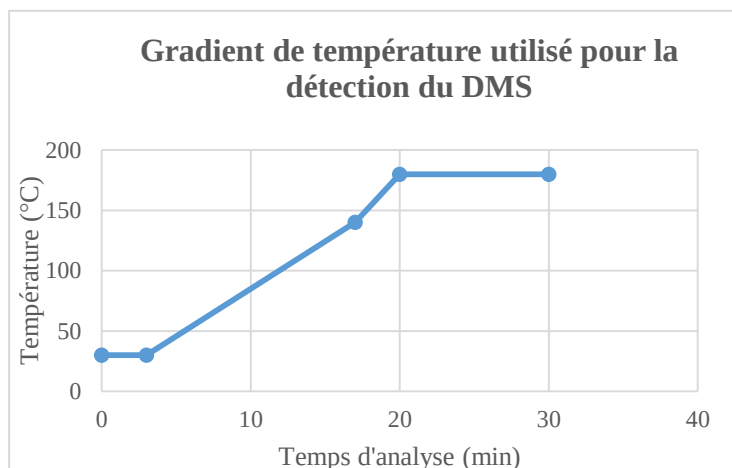
Tableau 2.7- 3. Paramètres de la GC-PFPD

Appareillage GC-PFPD	
- Chromatographe ThermoFinnigan Trace GC 2000 - Détecteur à photométrie de flamme pulsée (PFPD) - Injecteur : Splitless (<i>mode d'injection adapté à l'analyse de traces</i>)	
Paramètres	
- Température de l'injecteur : 220 °C - Volume d'injection : 2 µl - Gaz vecteur : He (flux : 1,1 ml/min) - Pression en tête de colonne : 45 kPa (<i>l'appareil travaille à pression constante</i>) - Colonne polaire FFAP, 25m x 0,32mm, 0,3µm - Ouverture de l'injecteur : 30 secondes après injection - Paramètres gérés par le logiciel WinPulse : - Gaz alimentant le détecteur : Hydrogène (H₂ : 10 ml/minute) ; Air (1 : 10 ml/minute ; 2 : 11,5 ml/minute) - Température du détecteur : 250°C - Fréquence relative à la pulsation de la flamme : 3,45 Hz - Différence de potentiel tube photomultiplicateur : 600 Volts - Programme de température du four : observable à la <i>figure 2.7-2</i> pour le p-HMB et à la <i>figure 2.7-3</i> pour la détection du DMS.	



- Température initiale : 36 °C ; maintenue pendant 1 minute
- Augmentation de 20 °C/min jusqu'à 85 °C
- Augmentation de 1 °C/min jusqu'à 145 °C
- Augmentation de 3 °C/min jusqu'à 250 °C
- Température finale : 250 °C maintenue 30 minutes

Figure 2.7- 2. Gradient de température du four



- Température initiale : 30 °C ; maintenue pendant 3 minutes
- Augmentation de 8 °C/min jusqu'à 140 °C
- Augmentation de 15 °C/min jusqu'à 180 °C
- Température finale 180 °C maintenue durant 10 minutes

Figure 2.7- 3. Gradient de température utilisé pour la détection du DMS

Une colonne CP-Sil5-CB est utilisée pour les analyses via le FID et la GC-O. Les paramètres de ces expériences sont identiques et reprises dans le *tableau 2.7-4*. La *figure 2.7-4* représente le gradient de température utilisé pour ces deux analyses.

Tableau 2.7- 4. Paramètres de la GC-FID et GC-O

Appareillage GC-FID et GC-O	
- Chromatographe Chrompack CP 9002 - Détecteur à ionisation de flamme (FID) ou olfactif (O) - Injecteur : Splitless (<i>mode d'injection adapté à l'analyse de traces</i>)	
Paramètres	
- Colonne apolaire CPSil 5 CB 50m x 0,32 mm, 1,2µm - Volume d'injection : 1µL - Température de l'injecteur : 250°C - Ouverture de l'injecteur : 30 secondes après injection - Gaz vecteur : N₂ - Gaz make-up : N₂ - Gaz de combustion : H₂ - Pression en tête de colonne : 60kPa - Débit : 1,6 mL/min - Température du détecteur FID : 260 °C	

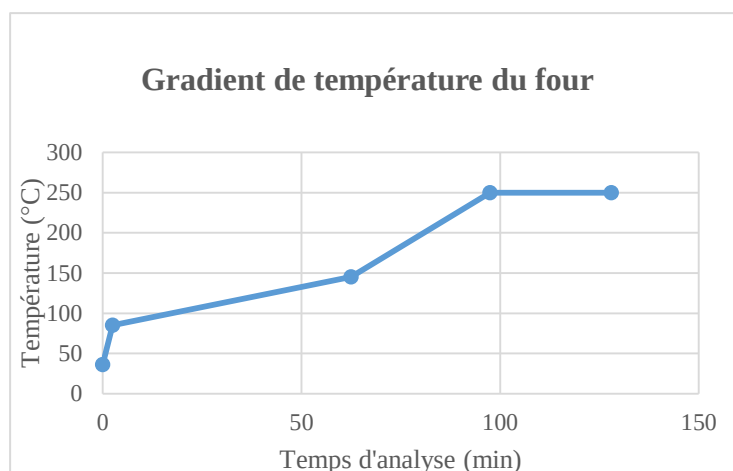


Figure 2.7- 4. Gradient de température du four pour l'analyse à partir du FID et de la GC-O

Température initiale : 36 °C ;

- Augmentation de 20 °C/min
jusqu'à 85 °C

- Augmentation de 1 °C/min
jusqu'à 145 °C

- Augmentation de 3 °C/min
jusqu'à 250 °C

- Température finale 250 °C
maintenue durant 30 minutes

2.8. Identification des composés

2.8.1. Mode full scan et mode SIM du détecteur MS

Le spectromètre de masse permet de travailler de deux manières différentes. La première méthode est le mode « full scan » et la seconde le mode « SIM » (Selected Ion Monitoring). Ces deux modes ont été utilisés afin d'identifier et quantifier les molécules volatiles présentes dans les extraits des moûts et des vins.

Le mode « full scan » est très utile pour identifier un grand nombre de composés inconnus dans un échantillon. Il permet d'obtenir la totalité des fragments ioniques du spectre de masse de chaque pic. Cependant, ce mode est moins sensible que le mode « SIM ».

Le mode « SIM » permet de sélectionner certains fragments ioniques caractéristiques du composé d'intérêt sur des fenêtres de temps définies. La sensibilité du détecteur est augmentée par rapport au mode « full scan », ce qui permet la détection et la quantification de composés aromatiques présents à des concentrations plus faibles.

2.8.2. Identification des composés

L'identification des composés volatils des moûts et des vins extraits grâce au dispositif SAFE a été réalisée de deux façons différentes : le croisement d'informations entre les spectres de masse obtenus en mode « full scan » et la bibliothèque NIST et l'injection de l'extrait SAFE en mode « SIM » sur 4 programmes préétablis (composés recherchés illustrés dans l'annexe II). Un programme spécifique afin d'identifier les composés de dégradation du théaspirane a également été créé à partir du mémoire « Les précurseurs d'arômes des houblons « duals » » par Laura Decourrière, 2016 effectué au sein du laboratoire INBR (annexe II).

Pour le FID et la GC-O, les indices de rétention vont pouvoir être calculés à partir des temps de rétention notés par l'opérateur lorsqu'il ressent une odeur. L'indice de rétention d'un composé, contrairement au temps de rétention, ne dépend pas des conditions chromatographiques hormis du type de colonne. Il peut dès lors être comparé pour différents appareillages (la colonne doit être cependant identique).

Le calcul de l'indice de rétention se base sur les temps de rétention des alcanes injectés dans les mêmes conditions chromatographiques que l'échantillon analysé. L'indice de rétention du composé d'intérêt se calcule suivant l'équation 5 :

Équation 5. Calcul de l'IR d'un composé volatil en condition de gradient de température

$$I_x = 100(n_c + \frac{t'_{RX} - t'_{Rn}}{t'_{Rn+1} - t'_{Rn}})$$

Avec,

- I_x , l'indice de rétention du composé d'intérêt x ;
- n_c , le nombre de carbones de l'alcane correspondant ;
- t'_{RX} , le temps de rétention du composé d'intérêt x ;
- t'_{Rn} , le temps de rétention de l'alcane à n atomes de carbone ;
- t'_{Rn+1} , le temps de rétention de l'alcane à n+1 atomes de carbone.

En conditions isothermes, on ne parle plus de l'indice de rétention mais bien de l'indice de Kovats. Pour le programme de température utilisé dans le cadre de nos analyses, l'isotherme est atteinte à partir de 98,45 minutes. On retrouve alors l'équation 6 de nature logarithmique :

Équation 6. Calcul de l'indice de Kovats d'un composé volatil en condition isotherme

$$I_x = 100(n_c + \frac{\log t'_{RX} - \log t'_{Rn}}{\log t'_{Rn+1} - \log t'_{Rn}})$$

L'extrait SAFE a également été injecté en PFPD afin de détecter le diméthylsulfure (DMS). Ce composé soufré est présent dans une grande variété de produits alimentaires et notamment le vin blanc. Son odeur dans celui-ci fait penser à la truffe, aux asperges, au maïs et à la mélasse. Son seuil de perception dans le vin est de 22 à 60 µg/L.

2.8.3. Vérification des composés

Afin de vérifier l'identification de certains composés suspectés sur base des analyses « full scan », nous avons procédé à des injections de standards analytiques commerciaux. Les indices de rétention ainsi obtenus et les ions majoritaires ont été confrontés aux données expérimentales (I_R et spectres de masse).

2.9. Quantification des composés

2.9.1. Quantification sur base d'un chromatogramme

L'équation 7 permet de déterminer la concentration du composé d'intérêt x.

Équation 7. Calcul de la concentration du composé d'intérêt x

$$\text{Concentration}(X) = \frac{\text{Surface}(X)}{\text{Surface}(IST)} * \frac{CR(IST)}{CR(X)} * \frac{\%récup(IST)}{\%récup(X)} * \text{Concentration}(IST)$$

Avec :

- Surface (X), la surface de réponse du composé X ;
- Surface (IST), la surface de réponse de l'IST ;
- $CR(X)$, le coefficient de réponse du composé X au détecteur ;
- $CR(IST)$, le coefficient de réponse de l'IST au détecteur ;
- $\%récup(X)$, le pourcentage de récupération du composé X ;
- $\%récup(IST)$, le pourcentage de récupération de l'IST ;
- $Concentration(IST)$, la concentration de l'IST dans l'échantillon de départ.

L'utilisation d'un standard interne (IST), dans notre cas le 2-acétylthiophène (A27), permet de quantifier les composés d'intérêt. L'IST subit l'ensemble des étapes de la manipulation SAFE au même titre que les composés volatils et permet de corriger les éventuelles erreurs de manipulations. Le 2-acétylthiophène, ayant un comportement semblable aux composés à quantifier et répondant aux différents détecteurs utilisés est un bon standard interne. Ce choix judicieux permet de supposer le rapport des $\%récupération$ comme égal à 1.

Afin de déterminer le rapport des coefficients de réponse de l'équation 7, les droites de calibration ont été réalisées pour chacun des composés en concentrations croissantes (1, 5, 10, 20 et 30 ppm). Pour chaque niveau de calibration, la même quantité d'IST est systématiquement ajoutée (à savoir 5 ppm). Le graphe de la surface de réponse de l'IST en fonction du rapport de leurs concentrations est observable à la *figure 2.9-1*. La pente de cette droite est égale au rapport des coefficients de réponse du composé d'intérêt et de l'IST (CR_X/CR_{IST}). Les valeurs des coefficients des différents composés sont disponibles à l'*annexe III* et la figure 2.9-2 est un exemple de droite pour le composé 2-undécanone. Pour ce composé, la pente est de 1,141.

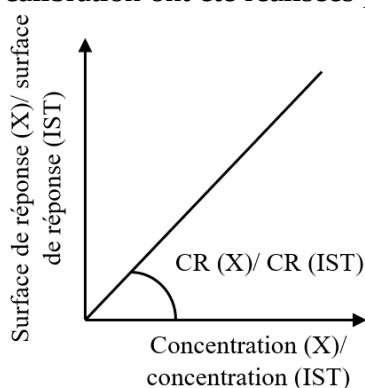


Figure 2.9- 1. Droite de calibration

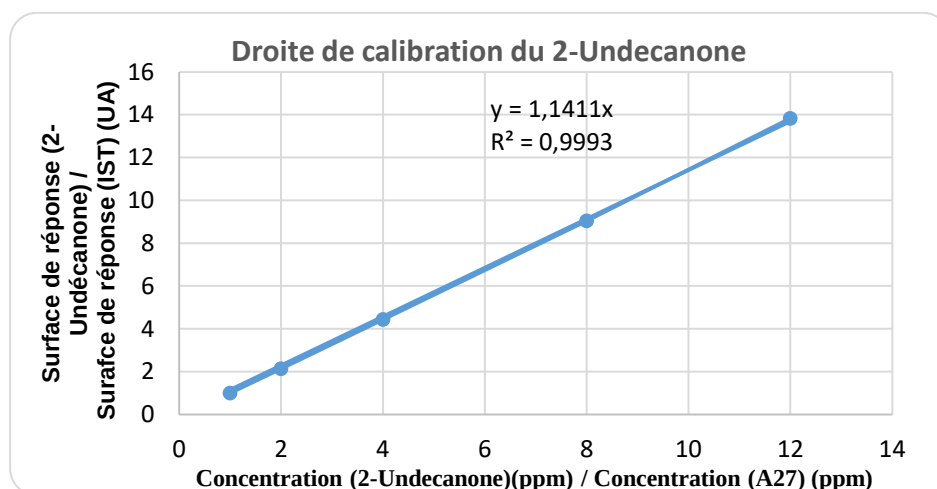


Figure 2.9- 2. Droite de calibration du composé 2-undécanone

2.9.2. Quantification de l'impact aromatique en GC-O

Lorsque les composés analysés sont présents à l'état de trace, il peut s'avérer compliquer de les quantifier voire même de les détecter grâce à des détecteurs classiques. En revanche, ces composés étant odorants, il est dès lors possible d'utiliser cette propriété pour les détecter et quantifier l'impact aromatique de ces derniers dans le vin.

Pour cela, la technique AEDA ou « Aroma Extract Dilution Analysis » proposée par Grosh (1993) est utilisée. Cette dernière permet de comparer l'impact aromatique des différents composés présents dans un même échantillon et également de comparer différents échantillons entre eux. Pour cela, l'échantillon est soumis à des dilutions successives avant l'injection chromatographique. Lorsque le composé étudié n'est plus détecté par le nez de l'expérimentateur, le facteur de dilution (FD) de ce composé peut être déterminé grâce à la formule suivante :

$$FD = X^n$$

Avec $n+1$: nombre de dilutions successives nécessaires à la non-perception olfactométrique du composé et X = pas de la dilution.

Il est conseillé que toutes les détections olfactométriques soient effectuées par un même expérimentateur, puisque la sensibilité olfactive est différente pour chaque personne. L'erreur sur le FD est estimée à un pas de dilution.

3. Résultats et discussions

3.1. Analyses de base réalisées sur moûts et vins

3.1.1. Mesure du pH

La mesure du pH a été prise sur chaque moût et vin analysés au laboratoire INBR. Le *tableau 3.1-1* en reprend les différentes valeurs.

Tableau 3.1- 1. Valeurs du pH des moûts et des vins monocépages de Solaris et Chardonnay des domaines du Chapitre et du Chenoy

Cépage	Domaine	Echantillon	pH
Solaris	Chenoy	Moût 1 (2017) (pressé INBR – non-effeuillé)	3,00
		Moût 2 (2017) (pressé INBR – partiellement effeuillé)	2,96
		Moût 3 (2017) (Mix de toutes les parcelles)	2,93
		Vin (2015)	3,25
		Vin (2016)	3,23
		Vin (2017)	3,32
	Chapitre	Moût (2017)	3,09
		Vin (2016)	3,76
		Vin (2017)	3,53
Chardonnay	Chapitre	Moût (2017)	3,10
		Vin (2017)	3,34

Le pH d'un moût se situe habituellement autour de 4 (Delanoé *et al.*, 2001), et le pH d'un vin est souvent plus bas avec des valeurs comprises entre 2,7 et 3,8. Les mesures de pH ont toutes été prises avant congélation des échantillons. Étonnamment, les valeurs pour les moûts sont ici comprises entre 2,96 et 3,10, sans différence nette entre Solaris et Chardonnay (valeurs encore légèrement plus faibles au Chenoy). Ceci reflète la grande acidité des raisins aussi septentrionaux que ceux cultivés en Belgique. Des valeurs de pH plus élevées (de 3,76 et 3,53) sont par contre obtenues pour les vins Solaris (2016 et 2017) du domaine du Chapitre. Au-dessus d'un pH de 3,4, le vin devient fragile car les maladies d'origine microbienne s'y développent facilement (Delanoé *et al.*, 2001).

3.1.2. Mesure de l'acidité totale

L'acidité totale des différents échantillons est reprise dans le *tableau 3.1-2*.

Tableau 3.1- 2. Acidité totale des échantillons des moûts et des vins monocépages de Solaris et Chardonnay des domaines du Chenoy et du Chapitre

Cépage	Domaine	Echantillon	Acidité totale (még/L)	Acidité totale (g H ₂ SO ₄ / L)	Acidité totale (g ac. tartrique/L)
Solaris	Chenoy	Moût 1 (2017)	117	5,7	8,8
		Moût 2 (2017)	121	5,9	9,1
		Moût 3 (2017)	125	6,1	9,4
		Vin (2015)	89	4,4	6,7
		Vin (2016)	106	5,2	8,0
		Vin (2017)	88	4,3	6,6
	Chapitre	Moût (2017)	123	6,0	9,2
		Vin (2016)	76	3,7	5,7
		Vin (2017)	98	4,8	7,4
Chardonnay	Chapitre	Moût (2017)	119	5,8	8,9
		Vin (2017)	89	4,4	6,7

L'acidité croît de la zone périphérique vers la zone centrale de la baie de raisin (Delanoé *et al.*, 2001). Les moûts 1 et 2 qui ont été obtenus après un pressurage au laboratoire INBR à la force des bras ont une acidité totale plus faible. Il est donc possible que les baies aient été moins écrasées qu'avec le pressoir utilisé au domaine du Chenoy. Ceci pourrait expliquer la différence d'acidité entre les trois moûts. L'acidité totale des moûts se situe autour de 120 méq/L tandis que l'acidité totale des vins est inférieure à 100 méq/L, si ce n'est pour le vin Solaris du domaine du Chenoy qui a une acidité totale de 106 méq/L. Un vin de table ne doit pas avoir une acidité totale inférieure à : 46,6 méq/L (soit 3,5g d'acide tartrique/L ou 2,28 g d'acide sulfurique /L) (Reg. UE n° 1493/99) (Delanoé *et al.*, 2001). Nous pouvons donc observer que l'ensemble des vins se situent au-dessus de ce seuil réglementaire. Nous constatons cependant une nette différence entre les valeurs des moûts et celles des vins. Un lien peut-être aussi effectué avec les mesures du pH du point 3.1.1. En effet, une acidité totale plus élevée va de paire avec un pH plus bas. Le pH indique la force des acides du vin tandis que l'acidité totale est constituée par tous les acides titrables du vin (Delanoé *et al.*, 2001).

3.1.3. Calcul de la teneur en azote assimilable des moûts

La quantité d'azote assimilable est un facteur important pour avoir une idée de l'état du moût et pour savoir s'il va être nécessaire, pour le vigneron, de rajouter des éléments lors de la vinification (Delanoé *et al.*, 2001). La mesure n'est donc pas réalisée sur les vins. Les résultats de la quantité d'azote assimilable pour les moûts sont donnés dans le *tableau 3.1-3*.

Tableau 3.1- 3. *Quantité d'azote assimilable dans les moûts monocépages de Solaris et de Chardonnay des domaines du Chapitre et du Chenoy*

Cépage	Domaine	Echantillon	Quantité d'azote assimilable (mg N/L)
Solaris	Chenoy	Moût 1 (2017)	217
		Moût 2 (2017)	217
		Moût 3 (2017)	343
Chardonnay	Chapitre	Moût (2017)	217
		Moût (2017)	158

Les moûts 1 et 2 de Solaris du domaine du Chenoy ont la même valeur de 217 mg N/L. Cependant, le moût 3 qui est censé n'être qu'un assemblage des deux précédents a une valeur de 343 mg N/L. Tout d'abord, rappelons que les moûts 1 et 2 ont été pressés manuellement au sein du laboratoire INBR tandis que le moût 3 a été récolté directement en sortie de presse au chai du Chenoy. Le moût Solaris du domaine du Chapitre présente lui aussi une quantité d'azote assimilable de 217 mg N/L. Ce moût a été récolté au chai du Chapitre directement après pressurage. Il est donc peut-être plus pertinent de le comparer avec le moût 3 du domaine du Chenoy. Ainsi, nous pouvons constater que la différence de quantité d'azote entre les moûts des deux chais est considérable. Enfin, notons que le moût de Chardonnay du domaine du Chapitre contient une quantité d'azote assimilable bien en-deçà des autres moûts présentés et devra probablement être retravaillé par le vigneron. En effet, un moût est dit carencé en azote assimilable lorsque l'on retrouve moins de 150-200 mg d'azote par litre de moût. Sous ce seuil, la fermentation risque d'être particulièrement lente voire compromise (Taillandier & Bonnet, 2014).

3.1.4. Dosage enzymatique de l'acide L-malique

Les valeurs présentées dans le *tableau 3.1-4* sont à prendre avec parcimonie car des tests complémentaires effectués au sein d'un autre laboratoire avec une autre méthode ont donné des valeurs supérieures (valeurs entre parenthèses). Remarquons ici encore l'importance de l'échantillonnage et du moment où l'analyse est réalisée. En effet ces valeurs entre parenthèses ont été obtenues après une première congélation des échantillons.

Tableau 3.1- 4. Quantité d'acide malique dans les moûts et vins monocépages de Solaris et Chardonnay des domaines du Chapitre et du Chenoy

Cépage	Domaine	Echantillon	Acide malique (g/L)
Solaris	Chenoy	Moût 1 (2017)	4,06
		Moût 2 (2017)	4,16
		Moût 3 (2017)	3,48
		Vin (2015)	1,88
		Vin (2016)	3,22 (4,97)
		Vin (2017)	2,80
	Chapitre	Moût (2017)	3,61 (4,44)
		Vin (2016)	0 (0,69)
		Vin (2017)	3,31
		Moût (2017)	6,43 (10,054)
Chardonnay		Vin (2017)	n.a.

Nous constatons que les trois moûts Solaris du domaine du Chenoy ont des valeurs relativement équivalentes concernant la concentration en acide malique (3,5-4,2 g/L). Le moût Solaris du domaine du Chapitre est dans la même gamme (3,6 g/L). La concentration dans le moût Chardonnay du même domaine est deux fois supérieure (6,4 g/L). Les vins possèdent moins (voire pas du tout) d'acide malique, ce qui explique les augmentations de pH et les diminutions d'acidité totale décrites précédemment. La fermentation malolactique transforme l'acide malique en acide lactique. Le domaine du Chapitre a effectué une fermentation malolactique pour ses deux vins de Solaris (2016 et 2017). C'est donc très probablement pour cette raison qu'il n'y a presque plus d'acide malique dans le Millésime 2016 qui était pourtant une année difficile. La présence d'acide malique dans le vin 2017 de ce même domaine pourrait-être dû au fait que le vin ait été analysé très rapidement après sa maturation alors que le vin 2016, lui, l'a été plus de 8 mois après sa mise en bouteille.

3.1.5. Teneur en sucres et taux alcoométrique potentiel du moût

Le pourcentage de masse de saccharose est proportionnel à l'indice de réfraction des moûts. Cet indice de réfraction est exprimé en degré Brix. Il a été établi qu' 1 degré Brix correspond à 1g de saccharose pour 100g de solution aqueuse. Une table permet ensuite de convertir cette mesure obtenue en teneur en sucres fermentescibles du moût. Pour obtenir le taux alcoométrique potentiel, la teneur en sucres trouvée dans les tables (exprimée en g/L) est divisée par 16,83 dans le cas d'une vinification en blanc. 16,83 g/L de sucres fournissent 1% d'alcool en taux alcoométrique potentiel. Les résultats obtenus sont repris dans le *tableau 3.1-5* ci-dessous.

Tableau 3.1- 5. Taux alcoométrique des moûts monocépages de Solaris et Chardonnay du domaine du Chenoy et du Chapitre à partir du °Brix

Cépage	Domaine	Echantillon	°Brix à 20° C (% masse de sucre)	Teneur en sucres (g/L)	Teneur en sucres (g/kg)	Taux alcoométrique potentiel (%)
Solaris	Chenoy	Moût 1 (2017)	21,4	207,8	191,0	12,35
		Moût 2 (2017)	20,5	197,6	182,3	11,74
		Moût 3 (2017)	25,0	249,5	225,8	14,82
Chardonnay	Chapitre	Moût (2017)	21,2	205,5	189,1	12,21
		Moût (2017)	17,9	168,3	156,9	10,0

Le taux alcoométrique est aussi calculable à partir de la densité du moût. Les valeurs de densité (mesurées à partir d'un densimètre), la teneur en sucres (données par des tables densimétriques) et les taux alcoométriques (calculés comme pour le *tableau 3.1-5*) des différents moûts analysés sont donnés dans le *tableau 3.1-6*.

Tableau 3.1- 6. Taux alcoométrique des moûts monocépages de Solaris et Chardonnay du domaine du Chenoy et du Chapitre à partir des masses volumiques

Cépage	Domaine	Echantillon	Densité à 20°C	Teneur en sucres (g/L)	Taux alcoométrique potentiel (%)
Solaris	Solaris	Moût 1 (2017)	1088,71	209,5	12,44
		Moût 2 (2017)	1084,82	199,5	11,85
		Moût 3 (2017)	1104,60	249,1	14,80
Chardonnay	Chapitre	Moût (2017)	1087,45	206,2	12,25
		Moût (2017)	1073,37	170,6	10,14

Les deux méthodes fournissent des résultats relativement similaires. Les teneurs en sucres étant généralement comprises en 150 et 250 g/L (Delanoé *et al.*, 2001), les moûts analysés ont donc des teneurs élevées compte tenu des régions septentrionales sur lesquelles les vignes sont cultivées. Aucune chaptalisation ne semble nécessaire.

3.2. Analyses sensorielles

Les différents vins ont été dégustés au sein du laboratoire INBR par un groupe de dégustateurs. Rappelons qu'il a été demandé aux dégustateurs de relever leurs impressions générales et non de se focaliser sur des odeurs précises. Les arômes sont soulignés s'ils sont sentis par plusieurs dégustateurs. Les *points 3.2.1 à 3.2.6* reprennent les impressions exprimées lors de ces dégustations pour les vins Solaris 2015, 2016 et 2017 du domaine du Chenoy et 2016 et 2017 du domaine du Chapitre, ainsi que pour le vin Chardonnay 2017 provenant du domaine du Chapitre. Les descriptions soulignées sont les impressions ressenties par au moins 3 dégustateurs.

3.2.1. La Foliette - Solaris 2017 - domaine du Chenoy - 12% alc./vol.

Au premier nez : verdure, frais, agrumes, pêche, litchi, ananas, beurre, cire, tilleul, encre, fruits rouges, cassis, sucré

Au second nez : verdure, frais, agrumes, ananas, fruits exotiques, fruits rouges, raisin, beurre, colle, poire

En bouche : gras, fruité, pêche, poire, agrumes, acidité, fortement alcoolisé, court en bouche, légèrement sucré

Presque tous les dégustateurs ont relevé une acidité et la sensation que le vin était fortement alcoolisé en bouche

3.2.2. « Soleil de chez nous » - Solaris 2017 - domaine du Chapitre - 13% alc./vol.

Au premier nez : vanille, fruité, pomme, poire, pêche, agrumes, tabac, herbacé, beurre, sucré

Au second nez : fumé, herbacé, orange un peu pourrie, praline alcoolisée, fruits rouges, banane, poire, acidité, agrumes, plus lourd au second nez

En bouche : boisé, fumé, gras, agrumes, fruité, pêche, poire, raisin, longueur en bouche, alcool, vin sec, acidité

3.2.3. Chardonnay by Chapitre 2017 - domaine du Chapitre – 12,5% alc./vol.

Au premier nez : citrus, agrumes, raisin, rond, pointe de verdure, fruits exotiques, pêche, poire, fruits mûrs

En bref, un premier nez très prometteur et très frais

Au second nez : beurre (léger), alcool supérieur (+ lourd), pêche, fruits rouges

Donc, un second nez un peu plus lourd et des notes beurrées qui apparaissent (pas chez tous les dégustateurs)

En bouche : acidité marquée mais appréciable, pêche de vigne/blanche, tenue en bouche un rien courte, peu de sucre, arômes plus lourds et gras en bouche

3.3. Identification des composés aromatiques

3.3.1. Analyses GC-MS et GC-O des extraits de moûts et de vins

Les analyses GC-MS des extraits de vin (dans les conditions chromatographiques détaillées au point matériel et méthode, partie analytique §2.8.1) nous ont permis d'identifier un grand nombre de molécules aromatiques. Le programme NIST (détaillé au point matériel et méthode §2.8.1) fournit une proposition d'identification du composé avec un pourcentage de probabilité donné par le programme lui-même observable à la *figure 3.3-1*. Dans ce cas précis, l'appareil estime avec une probabilité de 92,06% que le composé sélectionné est le décanoate d'éthyle. Des vérifications supplémentaires (IR, O, SIM) permettront de valider cette proposition de composé.

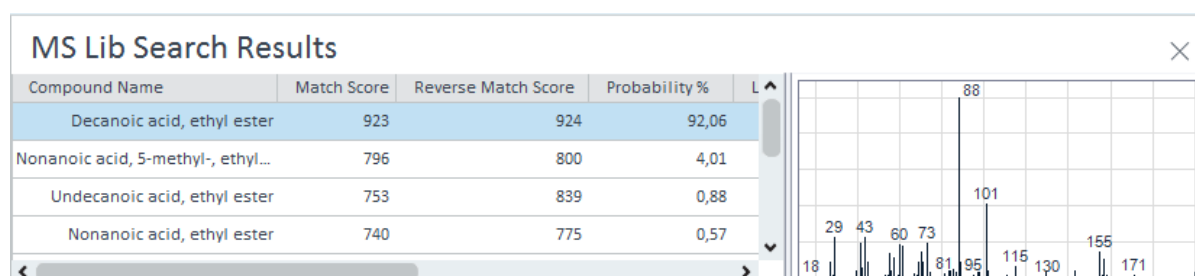


Figure 3.3- 1. Résultats de la recherche d'identification d'un composé par le programme NIST – cas du décanoate d'éthyle

Les différentes molécules identifiées au sein des extraits seront triées par famille dans des tableaux de même structure organisationnelle que celle présentée ci-dessous (*tableau 3.3-1*).

Tableau 3.3- 1. Exemple de tableau de comparaison pour un composé identifié

I.a. Terpénoïdes	Structure chimique	Tr (min)	IR CP-Sil 5 CB	Concentration (ppm)		Odeur [Threshold (ppm)] Info. de la littérature	Odeur (GC-O) [FD] Vin	Identification	Ions maj. (m/z)
				2016	2017				
Dihydromyrcenol D88 2,6-Dimethyloct-7-en-2-ol		28,6	1048	0,138 ^{IST}	nd	Agrumes, eau de cologne, propre [1,8] ⁴		MS	59; 41; 43; 55; 31

Les codes en bleu, sous le nom du composé, correspondent à son code KOVATS. Il est attribué à chaque composé présent au laboratoire INBR.

Au sein de ces familles, les molécules sont classées par indices de rétention (IR) croissants sur colonne CP-Sil5, calculés grâce aux temps de rétention (Tr) lus sur le chromatogramme et dont la formule est reprise au § 2.7. Les composés sont ensuite quantifiés comme détaillé au § 2.8. Si la quantification d'une molécule n'a pas pu être ajustée grâce à la droite de calibration du composé, les lettres « IST » ont été mises en exposant de la concentration pour expliquer que cette quantification est réalisée en standard interne équivalent. Une absence de ces trois lettres en exposant exprime que la concentration a pu être corrigée sur base d'une calibration complète. En effet, les coefficients de réponse des composés au détecteur peuvent être différents (supérieurs ou inférieurs) à celui de notre IST (A27). Les composés peuvent aussi être présents à une concentration inférieure à la limite de quantification du détecteur. Selon la hauteur du pic, différentes abréviations seront utilisées :

- 10 fois le bruit de fond $\geq$ hauteur du pic : quantifiable ;
- 3 fois le bruit de fond $\leq$ hauteur du pic $\leq$ 10 fois le bruit de fond : détectable (d) et non quantifiable (nq) ;
- 3 fois le bruit de fond $\geq$ hauteur du pic : trace (tr) ;
- aucun pic : non-détectable (nd).

La 6^{ème} colonne est dédiée au descripteur aromatique du composé ainsi qu'à son seuil de perception (threshold). Ces deux informations sont fournies par la littérature. Dans le cas où la concentration d'une molécule dépasse son seuil de perception, sa concentration dans nos extraits sera alors mise en évidence en marron afin de pouvoir se rendre compte de son impact sur le profil aromatique. Le seuil de perception olfactive est défini comme la plus faible concentration capable de produire une sensation olfactive et qui peut être détectée par le nez humain pour au moins 50% des juges composant un jury d'évaluation sensorielle (Guth, 1997).

La colonne « Odeur (GC-O) [FD] vin » correspond aux odeurs perçues en sniffing (détecteur olfactif en sortie de colonne GC) des composés. Lorsqu'une odeur est associée à un composé suite aux analyses GC-O, il sera spécifié par quel opérateur et à quel facteur de dilution (FD) l'odeur a été perçue.

Enfin, dans l'avant dernière colonne, les lettres « MS, IR, SIM et O » permettent de comprendre comment le composé a été identifié. « MS » signifie que le composé a été trouvé après intégration d'un pic sur le chromatogramme de l'échantillon et donné comme proposition par la banque de données NIST sur base d'un bon match des spectres de masse. Les lettres « IR » signifient que le composé a été confirmé via injection du standard analytique du composé (le composé à identifier et le standard ont dans ce cas les mêmes indices de rétention et les mêmes ions majoritaires en abondance relative). Les lettres « SIM » veulent dire que le composé a été trouvé via le mode SIM en GC-MS expliqué au §2.8.1. Enfin, la lettre « O » implique que le composé a été identifié également par « Aroma Extract Dilution Analysis » (AEDA) sur la GC-O (dans les conditions reprises au §2.9.2). Les résultats des GC-O sont repris à l'Annexe IV.

La dernière colonne du tableau reprend les ions donnés par le programme NIST et les ions en bleu sont les ions communs entre l'expérimental et le programme NIST.

Les chromatogrammes qui ont servi de support à la réalisation des tableaux de composés, regroupés par famille, sont repris à l'Annexe V.

3.3.1.1. Moût 2017 et vins monocépages Solaris 2015, 2016 et 2017 du domaine du Chenoy

Les vins des années 2015, 2016 et 2017 ainsi que le moût 2017 ont été étudiés pour le domaine du Chenoy en monocépage Solaris.

- *Terpénoïdes et dérivés des caroténoïdes*

Les terpènes et les composés C13-norisoprénoïdes font partis des arômes variétaux du raisin et peuvent subir la fermentation sans subir de transformation. Ils peuvent être trouvés dans la peau des raisins et la macération est une étape essentielle pour le transfert de ces composés au sein du moût (Welke, Zanusi, Lazzarotto, & Zini, 2014).

La β -damascénone est le seul composé C13-norisoprénoïde trouvé dans les vins au-dessus de son seuil de perception. En plus de son impact sur le bouquet du vin, ce composé peut également

intensifier d'autres arômes par des effets de synergie. En effet, il a été montré qu'en solution hydroalcoolique, la β -damascénone pouvait intensifier la sensation de fruité des composés tels que le cinnamate d'éthyle et le caproate d'éthyle mais également masquer l'odeur herbacée de la 3-isobutyl-2-méthoxypyrazine (Welke *et al.*, 2014).

De plus, l'odeur de pêche a été identifiée en sniffing par deux dégustateurs aux facteurs de dilution 0, 3 et 9 pour le vin. Ces résultats confirment donc l'impact de cette molécule sur le profil aromatique que nous avons suggéré au vu de sa concentration supérieure à son seuil de perception.

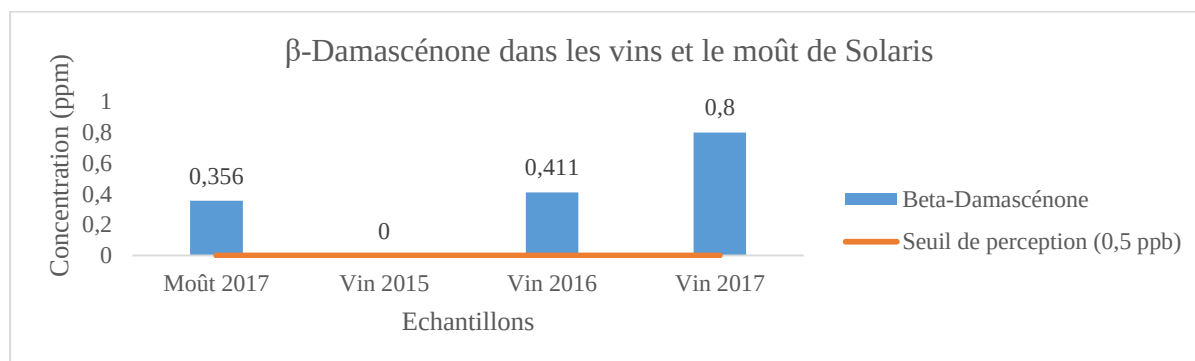


Figure 3.3- 2. Concentration en β -damascénone dans les échantillons de moût (2017) et de vins (2015, 2106, 2107) monocépages de Solaris du domaine du Chenoy

- Composés de dégradation du théaspirane

Le théaspirane ainsi que deux de ses composés de dégradation, la dihydrodéhydro- β -ionone et la 4-hydroxy-7,8-dihydro- β -ionone, ont été mis en évidence dans les vins jaunes (Collin *et al.*, 2012). Les conditions oxydatives appliquées pendant la fabrication des vins jaunes expliquent la présence de ces composés. La 4-hydroxy-7,8-dihydro- β -ionone y apporte un arôme de grenadine tandis que la dihydrodéhydro- β -ionone confère un arôme rappelant les vins de Sauternes ou les fruits secs.

Trois composés ont été identifiés et quantifiés via le programme SIM spécifique aux composés de dégradation du théaspirane (§2.8). Premièrement la 4-hydroxy-7,8-dihydro- β -ionone. Elle est retrouvée en concentration de 1, 1 et 3 ppb pour les années respectives 2015, 2016 et 2017. La dihydrodéhydro- β -ionone a été retrouvée uniquement dans le vin 2015 (1 ppb). Enfin le 3,4-Déhydro-5,6-époxy-7,8-dihydro- β -ionone est quant-à lui retrouvé dans le vin 2017 (1 ppb). Ces dérivés du théaspirane pourraient apporter une certaine fraîcheur aux vins.

Tableau 3.3- 2. Terpénoïdes identifiés dans le moût 2017 et les vins monocépages de Solaris 2015, 2016 et 2017 du domaine du Chenoy

Terpénoïdes	Structure chimique	Tr (min)	IR CP-Sil 5 CB		Concentration (ppm)			Odeur [Threshold (ppm)] <i>Info. de la littérature</i>	Odeur (GC-O) [FD]	Identification	Ions maj. (m/z)
					Moût 2017	Vin 2015	Vin 2016	Vin 2017			
Linalool 3,7-dimethylocta-1,6-dien-3-ol D20		32,6	1087	[d]		0,002 [d]	0,005 [0,001 ^{IST}]	0,0011 [d]	Fruité, agrumes [0,025]	MS,IR, [SIM]	71 ; 93; 55; 43 ; 41
Hotrienol 3,7-Dimethyl-1,5,7-octatrien-3-ol		32,8	1089	nd		0,011 ^{IST}	0,006 ^{IST}	nd	Frais, floral, boisé ⁵ [0,11] ¹³	MS	71 ; 82 ; 43 ; 67 ; 41
Nerol 3,7-Octadiene-2,6-diol,2,6-dimethyl D32		41,8	1165	0,053 [tr]		[d]	[d]	[d]	Rose [0,3]	MS, IR, [SIM]	69; 41; 93; 68; 67 82; 71; 67; 43; 55
Limonene epoxyde (4R)-1-Methyl-4-(prop-1-en-2-yl)-7-oxabicyclo [4.1.0]heptane D23		-	1171	[0,002 ^{IST}]		[0,027 ^{IST}]	[0,001 ^{IST}]	[0,010 ^{IST}]	Agrumes	[SIM]	43 ; 67 ; 41 ; 93; 109
α-Terpineol 2-(4-Methylcyclohex-3-en-1-yl)propan-2-ol D28		42,5	1171	[d]		[0,003 ^{IST}]	0,005 [0,003 ^{IST}]	[0,001 ^{IST}]	Floral, orange moisie [0,25]	[SIM]	59; 93 ; 121; 136 ; 67
Geraniol (E)-3,7-Dimethylocta-2,6-dien-1-ol D35		-	1209	[d]		[nd]	[nd]	[d]	Rose, agrumes, épices [0,03]	[SIM]	69 ; 41; 68; 67; 93
Geranial (E)-3,7-Dimethylocta-2,6-dienal D33		-	1255	[d]		[0,001 ^{IST}]	[0,001 ^{IST}]	[0,001 ^{IST}]	Citron	[SIM]	41 ; 69 ; 39; 84 ; 27
Methyl Geranate Methyl (E)-3,7-dimethylocta-2,6-dienoate D85		-	1313	[d]		[nd]	[d]	[0,001 ^{IST}]	Cire	[SIM]	69 ; 41; 114; 83 ; 123
Geranic acid (E)-3,7-Dimethylocta-2,6-dienoic acid D40		-	1328	[nd]		[tr]	[tr]	[d]	Verdure	[SIM]	69 ; 41; 100; 123; 39
Geranyl acetate Methyl (E)-3,7-dimethylocta-2,6-dienoate D45		-	1364	[nd]		[0,020 ^{IST}]	[nd]	[0,100 ^{IST}]	Floral	[SIM]	69 ; 41; 43; 68; 93

Tableau 3.3- 3. Dérivés des caroténoïdes identifiés dans le moût 2017 et les vins monocépages de Solaris 2015, 2016 et 2017 du domaine du Chenoy

Dérivés des caroténoïdes	Structure chimique	Tr (min)	IR CP-Sil 5 CB		Concentration (ppm)			Odeur [Threshold (ppm)] <i>Info. de la littérature</i>	Odeur (GC-O) [FD]	Identification	Ions maj. (m/z)
					Moût 2017	Vin 2015	Vin 2016	Vin 2017			
6-Hydroxydihydrotheaspirane 2,6,10,10-Tetramethyl-1-oxaspiro[4.5]decan-6-ol		58,5	1298	nd		nd	nd	0,006 ^{IST}	Camphre, herbeux	MS	85 ; 126; 43 ; 55; 41
Theaspirane A + B 2,6,10,10-Tetramethyl-1-oxaspiro[4.5]dec-6-ene F59		-	1302-1309	[nd]		[d]	[d]	[tr]	Camphre, cassis, naphtalène	[SIM]	94; 123; 95; 41; 121
β-Damascenone (E)-1-(2,6,6-Trimethylcyclohexa-1,3-dien-1-yl)but-2-en-1-one F9		67,4	1376	0,356 [d]		[0,001 ^{IST}]	0,411 [0,001 ^{IST}]	0,800 [d]	Compote de pomme, pêche [5.10 ⁻⁴]	[0-3-9] 2017 LD-PAF	MS, IR, [SIM], O 69 ; 121 ; 41; 105 ; 190
6-Hydroxy-7,8-dihydro-α-ionone 4-(1-Hydroxy-2,6,6-trimethylcyclohex-2-en-1-yl)butan-2-one F62		-	1396	[nd]		[nd]	[nd]	[d]	Violette, fruits secs [9.10 ⁻⁵] ²⁰	[SIM]	[154; 126]
Dihydrodehydro-β-ionone 4-(2,6,6-Trimethylcyclohexa1 3-dien-1-yl)butan-2-one		-	1470	[nd]		[nd]	[nd]	[d]	Sauternes, fruits secs [9.10 ⁻⁵] ²⁰	[SIM]	119 ; 121; 43; 120; 192

- Aldéhydes

Concernant les aldéhydes, le phénylacétaldéhyde a une odeur de sucré et fleurie. Cette molécule est aussi bien présente dans le vin que dans le moût avec une concentration dans les deux cas très proche de son seuil de perception à l'exception du vin 2016 où une concentration de 0,6 ppm a été calculée (*figure 3.3-3*).

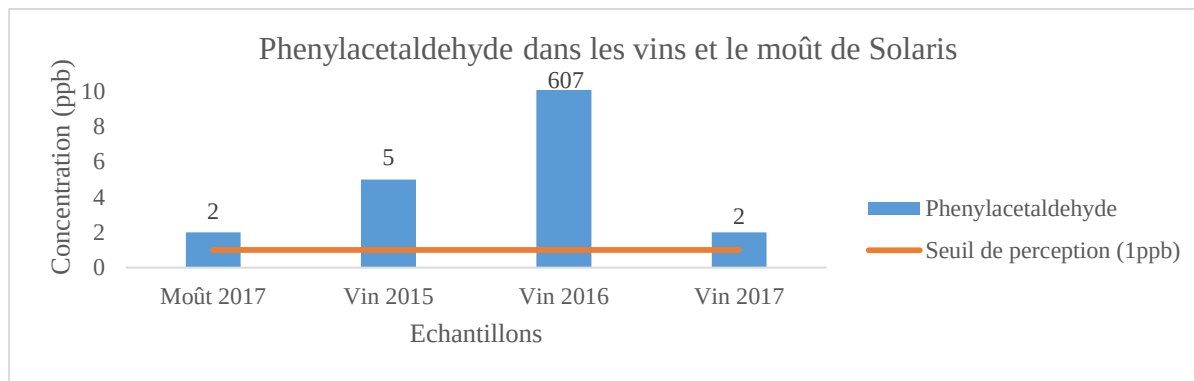


Figure 3.3- 3. Concentration en phénylacétaldéhyde dans les échantillons de moût (2017) et de vins (2015, 2016, 2017) monocépages de Solaris du domaine du Chenoy

Concernant le nonanal, celui-ci est quantifié avec une concentration environ dix mille fois supérieure à son seuil de perception dans le moût (concentration de 6,8 ppm pour un seuil à 0.7 ppb) (*figure 3.3-4*). Il possède une odeur de gras, de citron et de vert et est retrouvé avec une concentration de 2,3 ppm dans le vin 2017 et de 1 et 1,6 ppm pour les vins 2015 et 2016. L'analyse sensorielle (§3.2-3) pour le vin 2017 met en avant des notes d'agrumes qui pourraient dès lors provenir de ce composé.

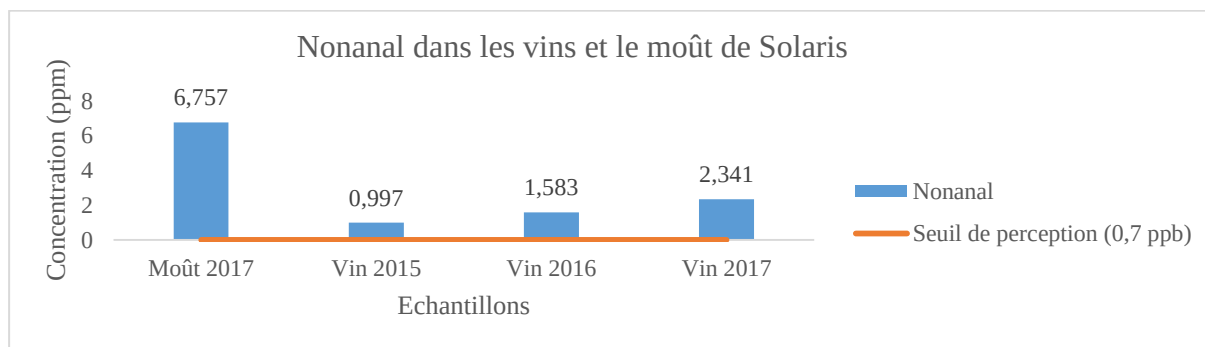
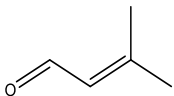
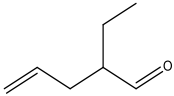
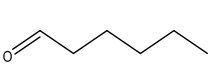
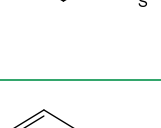
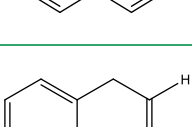
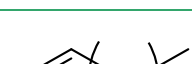
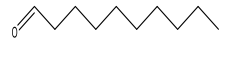
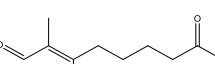


Figure 3.3- 4. Concentration en nonanal dans les échantillons de moût (2017) et de vins (2015, 2016, 2017) monocépages de Solaris du domaine du Chenoy

Le décanal n'a été trouvé que dans le moût avec une concentration dix fois supérieure à son seuil de perception.

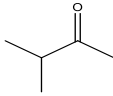
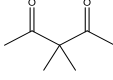
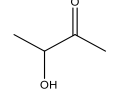
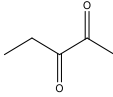
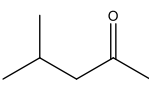
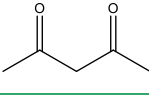
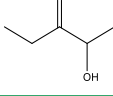
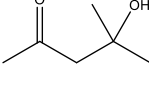
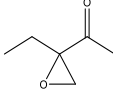
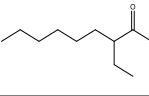
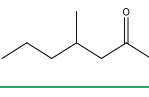
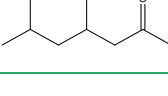
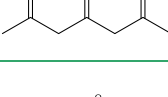
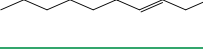
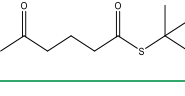
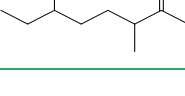
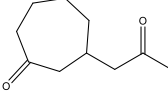
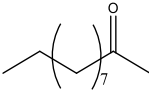
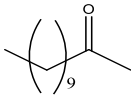
Tableau 3.3- 4. Aldéhydes identifiés dans le moût 2017 et les vins monocépages de Solaris 2015, 2016 et 2017 du domaine du Chenoy

ALDÉHYDES	Structure chimique	Tr (min)	IR CP- Sil 5 CB	Moût 2017	Concentration (ppm)			Odeur [Threshold (ppm)] <i>Info. de la littérature</i>	Odeur (GC-O) [FD]	Identification	Ions maj. (m/z)
					Vin 2015	Vin 2016	Vin 2017				
3-Methyl-2-butenal K60		9,1	755	0,002	nd	nd	nd	Herbe		MS	84 ; 55 ; 41 ; 83 ; 39
2-Ethyl-4-pentenal		9,2	758	nd	nd	nd	0,001 ^{IST}	n.a.		MS	41 ; 55 ; 57; 39; 29
Hexanal J76 <i>Caproaldehyde</i>		9,8	776	0,046	nd	nd	nd	Herbe, gras ¹ [0,35]		MS, IR	44 ; 56 ; 41 ; 43 ; 57
2-Hexenal J14		12,0	827	0,009	nd	nd	nd	Solvant ¹ , vert, banane [0,017] ^{5,6}		MS, IR	41 ; 39; 27; 55 ; 42
Methional 3- <i>(Methylthio)propanal</i> A1		-	875	[d]	[d]	[d]	[tr]	Végétal, moisi, toamte, pomme de terre ⁵		[SIM]	48 ; 104 ; 47 ; 76 ; 45
Benzaldehyde G49		18,8	938	0,015	nd [0,001 ^{IST}]	0,005 [0,002 ^{IST}]	0,015 [0,001 ^{IST}]	Amande amère, sucre brulé [0,042- 2] ¹		MS, IR	77 ; 106 ; 105 ; 51 ; 50
Phenylacetaldehyde G68		-	1022	[0,002^{IST}]	[0,005^{IST}]	[0,607^{IST}]	[0,002^{IST}]	Miel, sucré, floral ⁶ [0,001] ⁵		[SIM]	91 ; 92; 120 ; 65; 39
Nonanal J77		32,4	1085	6,757	0,997	1,583	2,341	Gras, citron, vert [0,0007] ¹¹		MS	57 ; 41 ; 43 ; 56; 44
<i>trans</i> -2-Nonenal J103		-	1141	[tr]	[nd]	[0,001 ^{IST}]	[d]	Gras, vert, concombre, agrumes		[SIM]	43; 55; 70 ; 41; 83
Decanal J48		44,4	1187	0,011	nd	nd	nd	Savon, zeste d'orange, suif (gras) [0,001] ²¹		MS	43 ; 41 ; 57 ; 55 ; 44
(E)-2,3-Dimethyl-8-oxonon-2-enal		53,4	1258	nd	nd	nd	0,018 ^{IST}	n.a.		MS	123; 43; 182 ; 109
13-Methyltetradecanal		69,5	1394	0,001 ^{IST}	nd	nd	nd	n.a.		MS	57 ; 43 ; 41 ; 55 ; 82
5-Octadecenal		92,4	1791	nd	0,017 ^{IST}	nd	nd	n.a.		MS	57 ; 43 ; 83 ; 69 ; 84

- Cétones

L'acétylacétone et le diacétone alcool ont seulement été trouvés dans le vin Solaris 2017 pour ce domaine, avec une concentration environ 40 fois supérieure à son seuil de perception pour l'acétylacétone. Il a par ailleurs été perçu lors des GC-O par les deux opérateurs (Laura Decourrière et moi-même) aux facteurs de dilution 0, 3 et 9, avec une odeur sucrée. La 2,3-butanedione, appelée aussi acétylacétone, est un composé important dans le vin et son impact va dépendre de sa concentration. En effet, un arôme indésirable peut être perçu lorsque sa concentration dans le vin dépasse les 7,5 ppm. En revanche, lorsqu'il est présent avec une concentration inférieure à 4 ppm, il contribue positivement aux arômes du vin avec une odeur de caramel et de beurre (Welke *et al.*, 2014).

Tableau 3.3- 5. Cétones identifiées dans le moût 2017 et les vins monocépages de Solaris 2015, 2016 et 2017 du domaine du Chenoy

CETONES	Structure chimique	Tr (min)	IR CP- Sil 5 CB	Moût 2017	Concentration (ppm)			Odeur [Threshold (ppm)] <i>Info. de la littérature</i>	Odeur (GC-O) [FD]	Identification	Ions maj. (m/z)
					Vin 2015	Vin 2016	Vin 2017				
2-Methyl-3-butanone <i>1,2-Dimethyl- propionaldehyde</i> K21		6,1	615	0,177	nd	nd	nd	Camphre		MS	43; 27; 41; 86; 39
3,3-Dimethyl-2,4- pentanedione		6,6	650	0,013 ^{IST}	nd	nd	nd	n.a.		MS	43 ; 71 ; 86 ; 41 ; 39
Acetoin <i>3-Hydroxybutan-2-one</i> J26		7,0	677	0,845	3,309	0,066	0,213	Beurre, crème [50] ¹		MS	45; 43; 88; 27; 29
2,3-Acetyl propionyl <i>Pentanedione</i> J125		-	705	[0,022 ^{IST}]	[0,048 ^{IST}]	[0,057 ^{IST}]	[0,031 ^{IST}]	Beurre		[SIM]	43; 85; 15; 100; 27
4-Methyl-2-pentanone <i>Isobutyl methyl ketone</i> K53		-	723	[d]	[0,006 ^{IST}]	[0,021 ^{IST}]	[0,006 ^{IST}]	Verdure		[SIM]	43; 58; 41; 57; 85
Acetylacetone <i>Pentane-2,4-dione</i> J213		9,6	770	nd	nd	nd	0,044	Doux [0,010] ³	[0-3-9] 2017 LD, PAF	MS, IR, O	43; 85; 15; 100; 27
2-Hydroxy-3-pentanone <i>2-Methyl acetoin</i>		10,0	783	0,019 ^{IST}	nd	nd	nd	Truffe		MS	45 ; 29 ; 57 ; 43 ; 27
Diacetone alcohol K32 <i>4-Hydroxy-4- methylpentan-2-one</i>		11,4	815	nd	nd	nd	0,032 ^{IST}	Menthe [0,28] ¹		MS	43; 59; 58; 101; 42
3,4-Epoxy-3-ethyl-2- butanone		13,0	846	nd	nd	nd	0,024 ^{IST}	n.a.		MS	43; 41.1; 84; 71.1
3-Ethyl-2-nonanone		14,3	871	nd	nd	nd	0,004 ^{IST}	(2- nonanone : fruité)		MS	86; 43; 71; 41; 57
1-(6-Methyl-7- oxabicyclo [4.1.0]hept- 1-yl) ethanone		15,7	898	nd	nd	nd	0,002 ^{IST}	n.a.		MS	43; 112; 55; 97; 41
4-Methyl-2-heptanone		17,3	919	nd	nd	nd	0,004 ^{IST}	n.a.		MS	43; 58; 85; 59; 41
4,6-Dimethyl-2- heptanone		21,5	973	nd	nd	nd	0,003 ^{IST}	n.a.		MS	43; 58; 85; 69; 84
2,4,6-Heptanetrione		27,8	1040	nd	nd	nd	0,007 ^{IST}	n.a.		MS	43; 85; 142; 100; 127
3-Decen-5-one		28,3	1045	nd	nd	nd	0,019 ^{IST}	Gras		MS	83; 55; 98; 41; 39
S-Tert-butyl 5- oxohexanethioate		29,7	1059	nd	nd	nd	0,027 ^{IST}	n.a.		MS	43; 113; 85; 69
3,6-Dimethyl octan-2- one		47,7	1214	nd	nd	nd	0,011 ^{IST}	n.a.		MS	43; 55; 41; 73; 83
1-(2,2- Dimethylcyclohexyl) ethanone 1-Acetyl-2,2- dimethylcyclohexane		49,5	1227	nd	nd	nd	0,008 ^{IST}	n.a.		MS	69; 43; 55; 111; 44
3- Acetonylcycloheptanone		52,8	1258	nd	nd	nd	0,020 ^{IST}	n.a.		MS	43; 111; 83; 110; 55
2-Undecanone J21		-	1274	[nd]	[d]	[nd]	[0,001 ^{IST}]	Fromage bleu		[SIM]	58; 43; 59; 71; 41
2-Dodecanone J131		-	1378	[0,001 ^{IST}]	[0,002 ^{IST}]	[0,003 ^{IST}]	[0,002 ^{IST}]	Orange, floral, gras, pêche ³		[SIM]	58; 43; 59; 71; 41

- *Alcools primaires*

Aucun des alcools primaires n'a été senti durant l'analyse olfactométrique. Plusieurs de ces alcools primaires sont pourtant au-dessus de leur seuil de perception. C'est le cas du 1-hexanol (odeur d'herbe coupée), du méthionol (odeur de radis) et du β -phényléthanol (odeur sucrée) (*figure 3.3-5*). Le 2-méthylpropan-1-ol n'est présent au-dessus de son seuil de perception que dans le vin 2017 tandis que le 2-méthylbutan-1-ol n'est présent que dans le moût à l'état de traces (*figure 3.3-5*). Le 3-méthylbutan-1-ol est pour sa part majoritairement présent dans les vins. Son odeur de whisky devrait impacter le profil aromatique du vin (*figure 3.3-5*).

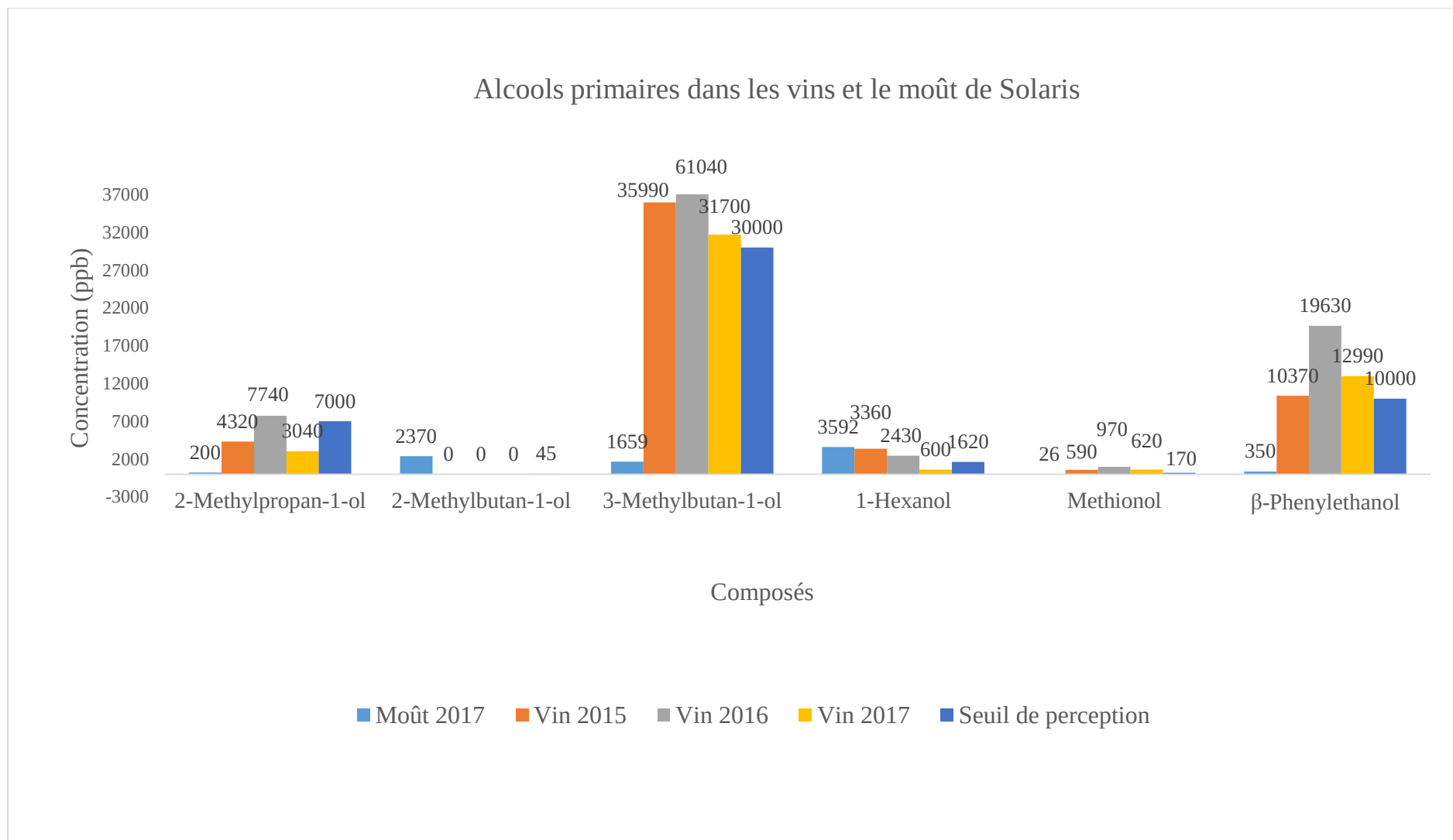


Figure 3.3- 5. Concentration en alcools primaires dans les échantillons de moût (2017) et de vins (2015, 2016, 2017) monocépages de Solaris du domaine du Chenoy

Tableau 3.3- 6. Alcools primaires identifiés dans le moût 2017 et les vins monocépages de Solaris 2015, 2016 et 2017 du domaine du Chenoy

ALCOOLS ¹ aires	Structure chimique	Tr (min)	IR CP- Sil 5 CB	Moût 2017	Concentration (ppm)			Odeur [Threshold (ppm)] Info. de la littérature	Odeur (GC-O) [FD]	Identification	Ions maj. (m/z)
					Vin 2015	Vin 2016	Vin 2017				
2-Methylpropan-1-ol <i>Isobutanol</i> K56		5,6	448	0,196 ^{IST}	4,321 ^{IST}	7,738^{IST}	3,038 ^{IST}	Vin, solvant, amer [7,0] ³		MS	43 ; 41 ; 42 ; 31 ; 33
1-Butanol J107		6,2	622	nd	0,137	0,167	0,382	Médicament, fruit ³ [150]		MS, IR	56 ; 31 ; 41 ; 43 ; 27
2-Methylbutan-1-ol K12		8,0	721	2,365	7,220	9,643	nd (coélution?)	Malt [0,045] ¹³		MS, IR	57 ; 41 ; 56 ; 29 ; 70
3-Methylbutan-1-ol K20		8,1	724	1,659 [0,519 ^{IST}]	35,985 [41,262^{IST}]	61,040 [84,392^{IST}]	31,701 [31,030^{IST}]	Whisky, malt, brûlé [30] ¹		MS, IR, [SIM]	55 ; 42 ; 43 ; 41 ; 70
5-Methylhexan-1-ol		8,3	730	nd	nd	nd	0,025 ^{IST}	n.a.		MS	43 ; 55 ; 70.1 ; 41
1-Pentanol J7		8,8	746	0,002	nd	nd	tr	Verdure [80] ³		MS, IR	42 ; 55 ; 41 ; 70 ; 31
3-Methyl-1-pentanol		12,1	829	nd	0,024 ^{IST}	0,066 ^{IST}	0,009 ^{IST}	Herbacé, cacao [50] ³		MS	56 ; 55 ; 69 ; 43 ; 41
3-Hexen-1-ol, (E)		12,3	832	0,024 ^{IST}	0,159 ^{IST}	nd	0,027 ^{IST}	Mousse, fraîcheur [0,40] ³		MS	41 ; 67 ; 69 ; 82 ; 55
3-Hexen-1-ol, (Z) J214		12,5	837	0,022	0,186	0,017	0,016	Herbe [0,40] ³⁶		MS, IR	67 ; 41 ; 39 ; 55 ; 82
1-Hexanol J210		13,1	848	3,592 [nd]	3,357 [0,007 ^{IST}]	2,432 [0,072 ^{IST}]	0,601 [0,003 ^{IST}]	Résine, herbe coupée [1,620] ^{3,5}		MS, IR, [SIM]	56 ; 43 ; 41 ; 55 ; 42
2-Hydroxymethyl-d1-hexanol		14,8	881	tr	nd	nd	nd	n.a.		MS	56 ; 55 ; 43 ; 41 ; 57
2,2-Dimethyl-1-pentanol		17,5	921	d	nd	nd	nd	n.a.		MS	84 ; 57 ; 44 ; 42 ; 42
1,2-Hexanediol		17,9	927	nd	nd	0,004 ^{IST}	nd	Herbe		MS	69 ; 87 ; 41 ; 43 ; 61
Methionol 3-(Methylthio)propan-1-ol A33		20,0	953	0,026 [0,002 ^{IST}]	0,587 [0,198^{IST}]	0,964 [d]	coélution acide hexanoïc [0,617^{IST}]	Radis [0,171] ¹		MS, IR, [SIM]	106 ; 61 ; 58 ; 57 ; 31
S-(3-Hydroxypropyl) thioacetate		23,4	997	nd	nd	0,014 ^{IST}	nd	n.a.		MS	43 ; 74 ; 31 ; 41 ; 116
Benzyl alcohol G55		25,2	1015	nd	0,040	nd	nd	Sucré, floral [200] ^{3,6}		MS	79 ; 108 ; 107 ; 77 ; 51
β-Phenylethanol Phenylethan-1-ol G65		33,0	1091	0,353	10,371 [13,627^{IST}]	19,631 [28,916^{IST}]	12,986	Miel, épicé, rose, lilas [10] ⁵	[0-3-9] 2017 LD, PAF	MS, IR, [SIM], O	91 ; 92 ; 65 ; 122 ; 39
1-Hexadecanol		69,2	1391	nd	0,064 ^{IST}	0,025 ^{IST}	nd	n.a.		MS	55 ; 69 ; 83 ; 41 ; 43

- *Alcools secondaires et composés phénoliques*

Le seul alcool secondaire à avoir été perçu en AEDA jusqu'au facteur de dilution 9 par Laura Decourrière et moi-même est le 1-octèn-3-ol. Il a une odeur caractéristique terreuse et de champignon. Présent dans les trois vins (*figure 3.3-6*), son impact sur le profil organoleptique des vins devrait être important.

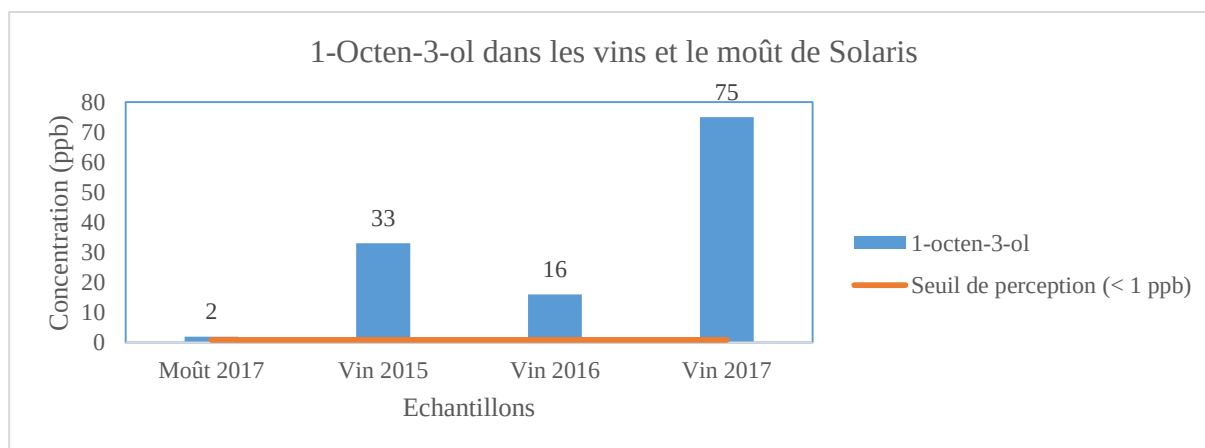


Figure 3.3- 6. Concentration en 1-octèn-3-ol dans les échantillons de moût (2017) et de vins (2015, 2016, 2017) monocépages de Solaris du domaine du Chenoy

Le p-crésol n'a été trouvé que dans le vin 2017, et à hauteur de son seuil de perception. Il dégage une odeur de composé phénolique.

Tableau 3.3- 7. Alcools secondaires et tertiaires et phénols identifiés dans le moût 2017 et les vins monocépages de Solaris 2015, 2016 et 2017 du domaine du Chenoy

ALCOOLS 2ndaires et tertiaires et PHENOLS	Structure chimique	Tr (min)	IR CP- Sil 5 CB	Moût 2017	Concentration (ppm)			Odeur [Threshold (ppm)] <i>Info. de la littérature</i>	Odeur (GC-O) [FD]	Identification	Ions maj. (m/z)
					Vin 2015	Vin 2016	Vin 2017				
2-Methylbutan-2-ol Alcool amylique tertiaire		5,8	494	0,001 ^{IST}	nd	nd	coélution?	Alcool		MS	59 ; 73 ; 55 ; 43 ; 31
1,8-Nonadien-3-ol		6,9	670	d	nd	nd	coélution?	n.a		MS	57 ; 55 ; 41 ; 84 ; 49
2-Pentanol J150		9,6	770	nd	nd	0,009	nd	Moisi, fusel, alcool ⁵		MS	45 ; 55 ; 43 ; 27 ; 73
Hexane-3,4-diol		9,7	773	0,022 ^{IST}	nd	nd	coélution?	n.a.		MS	59 ; 43 ; 41 ; 58 ; 57
3,4-Dimethyl-2- hexanol		10,6	801	0,002 ^{IST}	nd	nd	nd	n.a.		MS	45 ; 43 ; 57 ; 84 ; 41
2,2,4-Trimethyl-3- hydroxy-n- valeronitrile		12,5	837	nd	nd	0,027 ^{IST}	nd	n.a.		MS	69 ; 73 ; 72 ; 43 ; 55
1,6- Dideoxydulcitol (2R,3S,4R,5S)- Hexane-2,3,4,5- tetrol		17,9	927	nd	nd	0,004 ^{IST}	0,002 ^{IST}	n.a.		MS	58 ; 45 ; 70 ; 73 ; 57
1-Octen-3-ol J176		-	967	[0,002^{IST}]	[0,033^{IST}]	[0,016^{IST}]	[0,075^{IST}]	Terreux, champignons [<1 ppb]	[0-3-9] 2017 <i>LD : floral;</i> <i>PAF : terreux</i>	[SIM], O	57 ; 43 ; 72 ; 29 ; 41
1-Phenylbutan-1,2- diol		25,1	1014	0,002 ^{IST}	nd	nd	nd	n.a.		MS	108 ; 79 ; 106 ; 77 ; 85
p-Cresol 4-Methyl-phenol G43		-	1056	[nd]	[d]	[nd]	[0,005^{IST}]	Phénolique [0,004]		[SIM]	107 ; 108 ; 77 ; 79 ; 51
4-Ethyl-guaiacol 4-Ethyl-2- methoxyphenol G165		-	1258	[nd]	[nd]	[nd]	[d]	Epicé, écuries		[SIM]	137 ; 152 ; 15 ; 39 ; 122
4-Methyl-guaiacol 2-Methoxy-4- methylphenol G193		57,9	1294	[nd]	[tr]	0,013 ^{IST} [tr]	[d]	Epicé [0,021]		[SIM]	138 ; 123 ; 95 ; 67 ; 55
Eugenol 4-Allyl-2- methoxyphenol G23		-	1348	[nd]	[d]	[d]	[d]	Epicé, boisé [0,006]		[SIM]	164 ; 103 ; 77 ; 149 ; 131
Vaniline G100		-	1377	[nd]	[0,001^{IST}]	[d]	[tr]	Vanille [0,2- 1,3]		[SIM]	151 ; 152 ; 81 ; 109 ; 123
2,4-Di-tert- butylphenol		77,7	1499	nd	0,109	0,033	nd	n.a.		MS	191 ; 57 ; 41 ; 206 ; 192
4-Vinyl-syringol 2,6-Dimethoxy-4- vinylphenol G121		-	1526	[d]	[d]	[tr]	[nd]	n.a.		[SIM]	[165; 180]

- Acides

Les acides sont produits pendant la fermentation alcoolique et leur impact sur les arômes du vin va dépendre de leurs gammes de concentrations. Si la concentration est comprise entre 4 et 10 ppm, les acides C₄ à C₁₀ fournissent des arômes doux et agréables au vin. Cependant, l'impact de ces arômes peut être désagréable si leurs concentrations dépassent les 20 ppm (Welke *et al.*, 2014).

Dans les échantillons du domaine du Chenoy, les acides retrouvés au-dessus de leur seuil de perception ont globalement une odeur de fromage, rance et de transpiration. Dans tous les vins, ils dépassent leur seuil de perception (contrairement au moût) mais heureusement avec des valeurs inférieures à 10 ppm (*figure 3.3-7*). Seul l'acide butanoïque est à la limite de son seuil pour le vin Solaris 2017, ce qui peut paraître étonnant puisque nous l'avons senti avec l'acide 3-méthylbutanoïque en AEDA jusqu'au facteur de dilution 3. Malgré des odeurs paraissant désagréables, une étude de Liu *et al.*, 2015 indique que les acides butanoïque, hexanoïque et octanoïque contribuent à la fraîcheur et à l'équilibre fruité des arômes des vins.

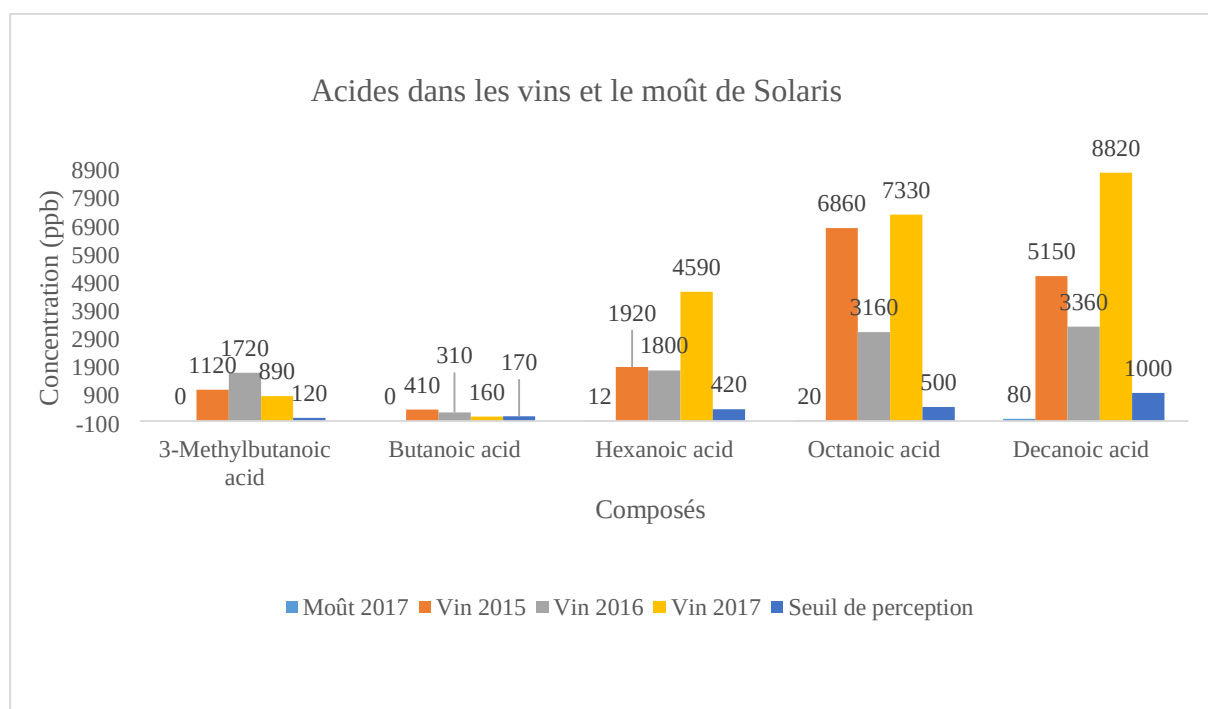
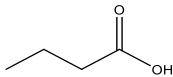
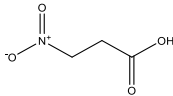
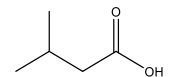
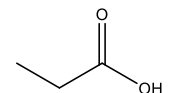
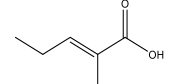
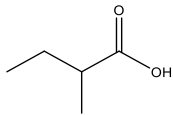
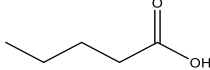
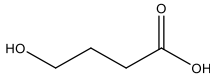
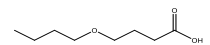
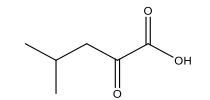
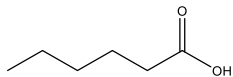
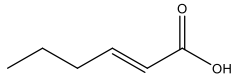
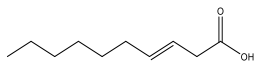
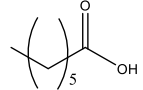
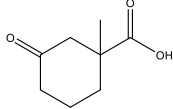
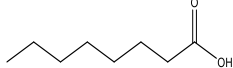
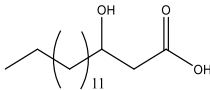
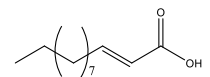
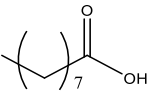
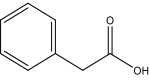
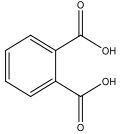
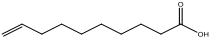
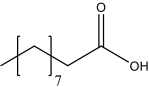
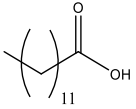
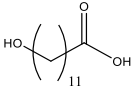
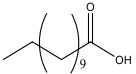
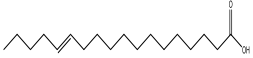


Figure 3.3- 7. Concentration en acides dans les échantillons de moût (2017) et de vins (2015, 2016, 2017) monocépages de Solaris du domaine du Chenoy

Tableau 3.3- 8. Acides identifiés dans le moût 2017 et les vins monocépages de Solaris 2015, 2016 et 2017 du domaine du Chenoy

ACIDES	Structure chimique	Tr (min)	IR CP- Sil 5 CB	Moût 2017	Concentration (ppm)			Odeur [Threshold (ppm)] Info. de la littérature	Odeur (GC- O) [FD]	Identification	Ions maj. (m/z)
					Vin 2015	Vin 2016	Vin 2017				
Butanoic acid J36		8,9	749	nd [d]	0,406 [0,241 ^{IST}]	0,308 [0,020 ^{IST}]	0,160 [nd]	Rance, Transpiration, fromage [0,17] ³		MS, IR, [SIM]	60; 73; 41; 43; 42
3-Nitropropanoic acid		9,5	767	nd	0,009 ^{IST}	nd	nd	n.a.		MS	45; 73; 43; 55; 42
3-Methyl butanoic acid K25		11,2	812	nd [d]	1,118 [0,006 ^{IST}]	1,715 [0,006 ^{IST}]	0,892 [0,007 ^{IST}]	Fromage, sueur ¹ [0,12]	[0-3] 2017 LD, PAF	MS, IR, [SIM], O	60; 43; 41; 45; 87
Propanoic acid J88		-	816	[nd]	[d]	[0,001 ^{IST}]	[d]	Acide, fruité ⁵ [3]		[SIM]	74; 28; 45; 29; 73
2-Methyl-2-pentenoic acid		11,7	822	nd	0,031 ^{IST}	0,040 ^{IST}	nd	n.a.		MS	41; 69; 39; 27; 28
2-Methyl butanoic acid K18		11,8	823	nd	0,294	0,500	0,401	Fromage, transpiration [32] ³		MS, IR	74; 57; 29; 41; 27
Pentanoic acid J85		-	855	[0,053 ^{IST}]	[1,421 ^{IST}]	[0,839 ^{IST}]	[0,219 ^{IST}]	Fromage, acide, laiteux ⁵ [35 (bière)]		[SIM]	60; 73; 41; 45; 55
4-Hydroxybutanoic acid		14,1	867	0,032 ^{IST}	0,431 ^{IST}	0,469 ^{IST}	0,491 ^{IST}	n.a.		MS, IR	42; 86; 41; 56; 39
4-Butoxy-butanoic acid		17,5	921	nd	nd	nd	0,005 ^{IST}	n.a.		MS	57; 87; 85; 45; 41
4-Methyl-2-oxovaleric acid		17,6	923	nd	nd	0,011 ^{IST}	nd	n.a.		MS	57; 85; 45; 41; 43
Hexanoic acid Caproic acid J72		20,6	961	0,119 [0,001 ^{IST}]	1,915 [0,014 ^{IST}]	1,804 [0,012 ^{IST}]	4,587 [0,024 ^{IST}]	Transpiration, fromage [0,42] ¹	[0-3] 2017 LD, PAF	MS, [SIM], O	60; 73; 41; 43; 87
2-Hexenoic acid J215		22,5	985	0,007 ^{IST}	0,014 ^{IST}	0,002 ^{IST}	0,004 ^{IST}	Moût, gras [XX] ³		MS	73; 42; 41; 39; 55
(E)-3-Decenoic acid		24,6	1009	nd	nd	0,004 ^{IST}	0,001 ^{IST}	Fatty		MS	43; 55; 41; 69; 29
Heptanoic acid Oenanthic acid J40		28,7	1049	0,007 [tr]	nd [nd]	nd [nd]	nd [nd]	Fromage		MS, [SIM]	60; 73; 41; 43; 55
1-Methyl-3-oxocyclohexanecarboxylic acid		29,2	1054	nd	nd	0,012 ^{IST}	nd	n.a.		MS	111; 45; 113; 43; 114
Octanoic acid Caprylic acid J42		41,7	1165	0,023 [nd]	6,862	3,158	7,333 [0,867 ^{IST}]	Transpiration, fromage [0,50] ¹		MS, IR, [SIM]	60; 73; 43; 41; 55
3-Hydroxyhexadecanoic acid		44,5	1188	nd	nd	nd	0,008 ^{IST}	n.a.		MS	43; 57; 55; 60
2-Dodecenoic acid		45,2	1194	nd	nd	nd	0,006 ^{IST}	n.a.		MS	43; 41; 29; 55; 73

Nonanoic acid Pelargonic acid J41		52,2	1249	0,008	nd	nd	nd	Acre	MS	60; 73; 57; 41; 55
Phenylacetic acid G48		-	1262	[tr]	[d]	[d]	[nd]	Miel [10]	[SIM]	91; 136; 92; 65; 39
Phthalic acid		54,8	1269	0,003 ^{IST}	0,011 ^{IST}	0,006 ^{IST}	nd	n.a.	MS	104; 76; 18; 50; 148
9-Decenoic acid		63,8	1344	nd	0,011 ^{IST}	nd	nd	Gras [1] ²⁰	MS	55 ; 69 ; 41 ; 68 ; 60
Decanoic acid Capric acid J37		65,7	1361	0,077 [nd]	5,153 [0,107 ^{IST}]	3,364 [0,054 ^{IST}]	8,818 [nd]	Rance, gras [1,0] ⁵	MS, IR, [SIM]	60; 73; 41; 43; 57
12-Hydroxydodecanoic acid		67,1	1373	nd	nd	nd	0,016 ^{IST}	n.a.	MS	55; 41; 98; 69; 84
Tridecanoic acid J144		67,8	1379	nd	0,003	nd	0,001 ^{IST}	n.a.	MS	73; 60; 43; 41; 55
Dodecanoic acid J38		-	1544	[nd]	[0,003 ^{IST}]	[d]	[d]	Savon ¹⁷ [0,600] ¹⁷	[SIM]	73; 60; 43; 41; 57
cis-13-Eicosenoic acid		82,2	1576	nd	nd	0,001 ^{IST}	0,004 ^{IST}	n.a.	MS	55; 69; 83; 97; 41
trans-13-Octadecenoic acid		84,6	1621	nd	nd	nd	0,003 ^{IST}	n.a.	MS	55; 41; 69; 83; 97

- *Esters d'éthyle et autres esters*

Les esters d'éthyle contribuent à l'arôme fruité des vins. À l'exception du propionate d'éthyle qui est absent du vin 2015 mais présent dans le moût de Solaris 2017, ces esters sont tous quantifiables dans les vins et quasiment absents dans le moût (*figure 3.3-8*). Élément surprenant, aucun des esters d'éthyle pourtant retrouvés au-dessus de leur seuil de perception dans les vins n'ont été détectés en AEDA.

Le 2-hydroxy-4-methylpentanoate d'éthyle présent dans les trois vins mais uniquement au-dessus de son seuil de perception pour les Millésimes 2015 et 2016 pourrait impacter fortement le profil aromatique. En effet, bien qu'il ne joue pas un rôle direct sur les arômes d'un vin, cet ester, par effet de synergie, contribue à augmenter la perception du caractère fruité d' autres esters (Lytra, Tempere, de Revel, & Barbe, 2012).

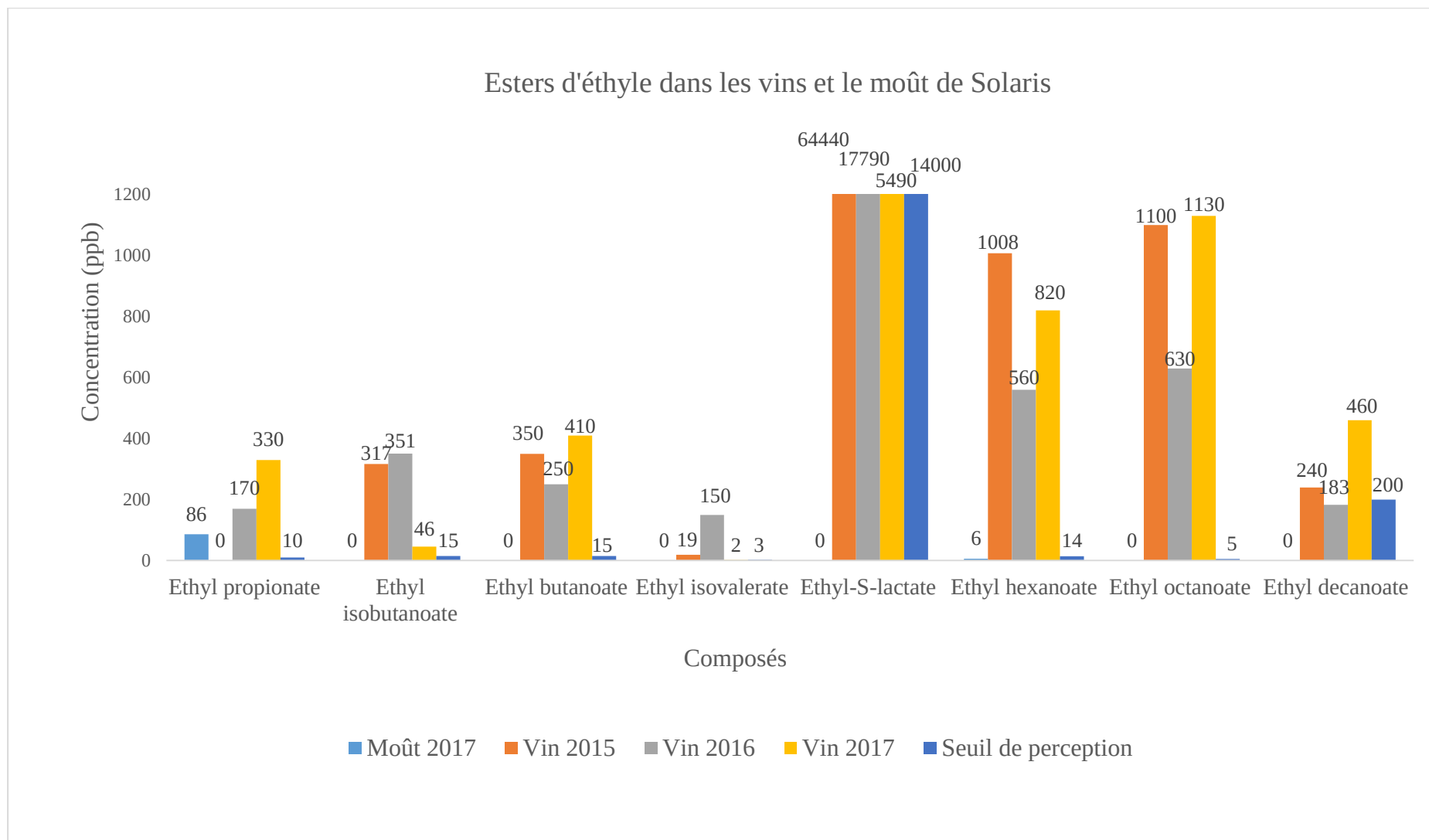


Figure 3.3- 8. Concentration en esters d'éthyle dans les échantillons de moût (2017) et les vins (2015, 2016, 2017) monocépages de Solaris du domaine du Chenoy

Pour les esters qui ne sont pas d'éthyl, le seul perçu par *Laura Decourrière* et moi-même durant l'AEDA jusqu'au facteur de dilution 9 est l'isoamyl acétate. Cet ester a, à faible concentration, une odeur de pomme et de bonbon acidulé tandis qu'il sent la banane à plus haute concentration. Les autres esters retrouvés ont aussi des arômes de fruits à l'exception du 2-phénylethyl acétate qui lui a une odeur plus florale, typiquement de rose. Ce composé est présent au dessus de son seuil de perception uniquement pour l'année 2017 (*figure 3.3-9*). Le 2-méthylbutyl acétate est lui absent du vin 2015 et du moût alors qu'il a une concentration 200 fois à 300 fois supérieur à son seuil de perception dans les vins Solaris 2016 et 2017 (*figure 3.3-9*).

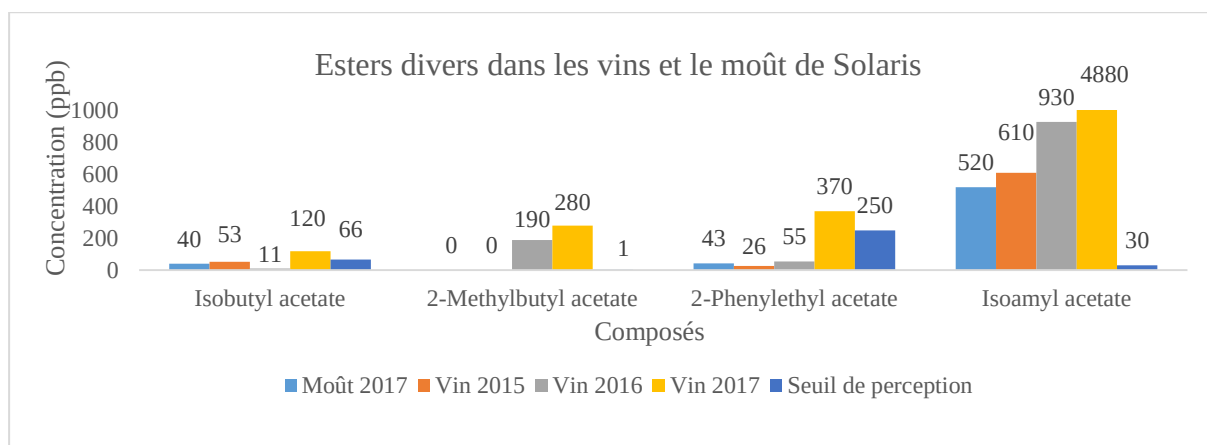
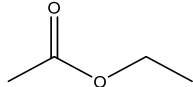
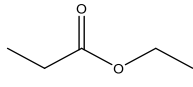
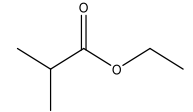
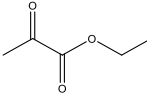
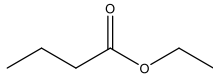
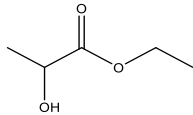
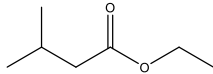
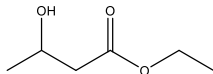
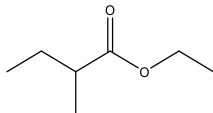
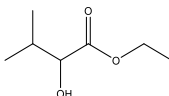
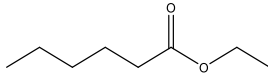
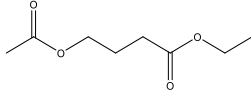
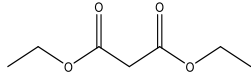
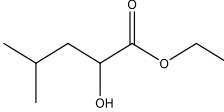
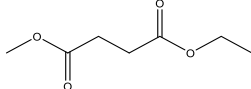
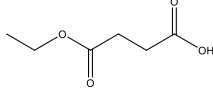
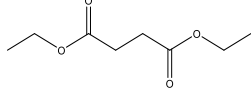
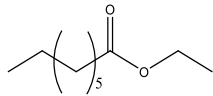


Figure 3.3- 9. Concentration en divers esters dans les échantillons de moût (2017) et les vins (2015, 2016, 2017) monocépages de Solaris du domaine du Chenoy

- Lactones

La γ -decalactone est la seule lactone (ester cyclique) que nous avons quantifiée au-dessus de son seuil de perception, et ceci uniquement pour le Millésime 2017. Nous pouvons également ici faire un parallèle entre son odeur fruitée, notamment de pêche, et ces mêmes arômes perçus pendant la dégustation.

Tableau 3.3- 9. Esters d’éthyle identifiés dans le moût 2017 et les vins monocépages de Solaris 2015, 2016 et 2017 du domaine du Chenoy

ESTERS d’éthyle	Structure chimique	Tr (min)	IR CP- Sil 5 CB	Moût 2017	Concentration (ppm)			Odeur [Threshold (ppm)] <i>Info. de la littérature</i>	Odeur (GC- O) [FD]	Identification	Ions maj. (m/z)
					Vin 2015	Vin 2016	Vin 2017				
Ethyl acetate S1		5,4	401	4,906 ^{IST}	4,452 ^{IST}	5,465 ^{IST}	5,0 ^{IST}	Ananas [7,5] ^{3,6}		MS	43; 61; 45; 29; 70
Ethyl propionate J62		7,2	691	0,086	Coélution?	0,167	0,330	Fruité [0,010- 0,043]		MS, IR	29; 57; 27; 28; 102
Ethyl isobutanoate K76		8,6	739	[d]	0,317 [0,052 ^{IST}]	0,351 [0,082 ^{IST}]	0,046 [0,009 ^{IST}]	Fruité, fraise, ananas [0,015] ²¹		[SIM]	43; 71; 29; 41; 27
Ethyl pyruvate J216		9,7	773	nd	0,087	0,039	nd	Sucré, fruité, rhum ⁵		MS, IR	43; 29; 27; 15; 44
Ethyl butanoate J55		9,9	780	[d]	0,354 [0,131 ^{IST}]	0,247 [0,089 ^{IST}]	0,405 [0,124 ^{IST}]	Fruité [0,015]		MS, IR, [SIM]	71; 43; 29; 88; 27
Ethyl-S-lactate J156		10,4	795	nd [0,001 ^{IST}]	64,443 [21,326 ^{IST}]	17,786 [6,005 ^{IST}]	5,494 [1,38 ^{IST}]	Fruit ⁵ [14] ³		MS, IR, [SIM]	45; 29; 27; 43; 75
Ethyl 3-methyl- butanoate <i>Ethyl isovalerate</i> K52		12,3	833	[d]	nd [0,019 ^{IST}]	0,147 [0,021 ^{IST}]	nd [0,002 ^{IST}]	Fruité, fraise, fruits rouges [3.10 ⁻³]		IR, [SIM]	88; 57; 29; 85; 60
Ethyl 3- hydroxybutyrate Grape butyrate J27		16,6	910	nd	0,149	0,278	0,347	Fruite, raisin very, pomme		MS, IR	57; 102; 41; 85; 29
Ethyl 2-methyl- butanoate K98		19,0	941	[d]	0,010 ^{IST} [0,015 ^{IST}]	nd [0,017 ^{IST}]	nd [d]	Fruité, fraise, fruits rouges [18.10 ⁻³]		[SIM]	43; 45; 60; 87; 71
Ethyl 2- hydroxyisovalerate		19,6	948	nd	nd	0,031 ^{IST}	nd	n.a.		MS	73; 55; 27; 41; 31
Ethyl caproate Ethyl hexanoate J60		22,0	983	0,006	1,076 [0,453 ^{IST}]	0,556 [0,224 ^{IST}]	0,842	Pomme verte [0,014] ⁵		MS, IR	88; 29; 43; 27; 99
Ethyl-4- acetoxy butanoate		26,0	1023	nd	nd	nd	1,227 ^{IST}	(identifié dans papaye)		MS	43; 87; 114; 85; 88
Diethyl malonate		27,1	1034	nd	0,014 ^{IST}	0,011 ^{IST}	0,001 ^{IST}	Pomme ³		MS	29; 115; 43; 133; 88
Ethyl 2-hydroxy-4- methylpentanoate Ethyl leucate K111		27,6	1039	nd	0,235	0,304	0,018	Fruts rouges, mûre ³ [0,051] ²¹		MS, IR	101; 73; 118; 55; 29
Ethyl methyl succinate		31,1	1073	nd	0,014 ^{IST}	0,014 ^{IST}	nd	n.a.		MS	115; 29; 55; 101; 59
Ethyl hydrogen succinate J219		38,6	1139	nd	1,574	3,211	1,044	n.a.		MS	101; 73; 29; 55; 128
Diethyl succinate J218		39,6	1147	nd	3,500	3,543	0,414	Vin, fruit ³ [200] ²⁰		MS	101; 29; 129; 27; 28
Ethyl octanoate Ethyl caprilate J159		43,5	1180	nd [tr]	1,096	0,625	1,330 [0,697 ^{IST}]	Fruit, gras [0,005] ³		MS, IR, [SIM]	88; 101; 57; 127; 60

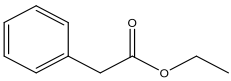
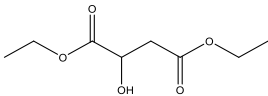
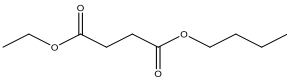
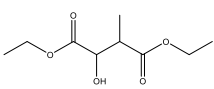
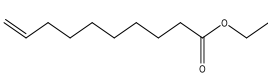
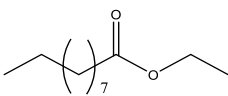
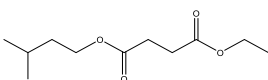
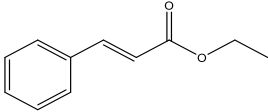
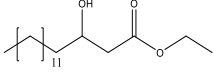
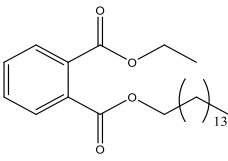
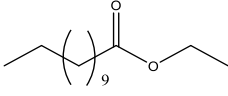
Ethyl 2-phenylacetate		48,4	1219	nd	0,004	0,009	nd	Fruité, sucré	MS	91 ; 65 ; 164 ; 92 ; 29
Diethyl malate K112		50,6	1236	nd	2,122	2,142	0,308	Caramel ³ [760] ²¹	MS	71 ; 117 ; 29 ; 43 ; 89
Ethyl butyl succinate		58,8	1301	nd	0,023 ^{IST}	0,045 ^{IST}	nd	n.a.	MS	101 ; 129 ; 57 ; 56 ; 73
Diethyl 2-hydroxy-3-methylsuccinate		64,8	1353	nd	0,319 ^{IST}	0,208 ^{IST}	nd	n.a.	MS	131 ; 85 ; 57 ; 29 ; 103
Ethyl-9-decenoate		67,2	1374	nd	0,016 ^{IST}	nd	nd	Rose [0,100] ²¹	MS	88 ; 55 ; 69 ; 41 ; 110
Ethyl decanoate Ethyl caprate J57		68,3	1384	tr	0,240 [0,195 ^{IST}]	0,183 [0,149 ^{IST}]	0,456	Raisin, waxy [0,200] ³	MS, IR	88 ; 101 ; 29 ; 43 ; 41
Ethyl isopentyl succinate		70,2	1400	nd	0,056 ^{IST}	0,125 ^{IST}	nd	n.a.	MS	129 ; 101 ; 71 ; 70 ; 55
Ethyl cinnamate Ethyl 3-phenyl-2-propenoate G103		-	1452	[nd]	[0,001 ^{IST}]	[d]	[tr]	Balsamique	[SIM]	131 ; 103 ; 176 ; 77 ; 148
Ethyl 3-hydroxyhexadecanoate		76,5	1483	nd	0,014	0,006	nd	n.a.	MS	117 ; 71 ; 43 ; 88 ; 89
Ethyl pentadecyl phthalate		81,6	1566	0,006 ^{IST}	nd	nd	nd (coélution)	n.a.	MS	148 ; 77 ; 176 ; 150 ; 71
Ethyl dodecanoate Ethyl laurate J158		82,4	1580	nd	0,007	0,014	0,019	Cire [0,90] ²⁰	MS	88 ; 101 ; 43 ; 29 ; 41

Tableau 3.3- 10. Esters divers identifiés dans le moût 2017 et les vins monocépages de Solaris 2015, 2016 et 2017 du domaine du Chenoy

ESTERS divers	Structure chimique	Tr (min)	IR CP- Sil 5 CB	Concentration (ppm)			Odeur [Threshold (ppm)] <i>Info. de la littérature</i>	Odeur (GC-O) [FD]	Identification	Ions maj. (m/z)
				Moût 2017	Vin 2015	Vin 2016	Vin 2017			
Methyl thioacetate A9		-	680	[0,083 ^{IST}]	[0,392 ^{IST}]	[0,013 ^{IST}]	[0,022 ^{IST}]	Chou fleur, chou pourris, fromage	[SIM]	43 ; 90 ; 45 ; 47 ; 42
Isobutyl acetate K26		9,0	752	0,040 [0,003 ^{IST}]	0,053 [0,004 ^{IST}]	Coélution ? [0,011 ^{IST}]	0,116 [0,032 ^{IST}]	Fruit, pomme, banane [0,066] ¹	MS, IR, [SIM]	43 ; 56 ; 73 ; 41 ; 39
4-Oxo-pent-2-en-2-yl acetate		9,3	761	nd	nd	nd	0,119 ^{IST}	n.a.	MS	85 ; 43 ; 100 ; 91
Methyl thiopropionate A18		-	781	[0,001 ^{IST}]	[d]	[d]	[d]	H ₂ S, fromage	[SIM]	57 ; 104
Hexyl-2-methoxyacetate		10,4	795	0,002	nd	nd	nd	n.a.	MS	45 ; 43 ; 56 ; 61 ; 41
Isoamyl acetate K40		13,4	854	0,524 [0,045^{IST}]	0,607 [0,073^{IST}]	0,931 [0,136^{IST}]	4,883 [1,025^{IST}]	Banane, pomme [0,03] ³	[0-3-9] 2017 LD, PAF	43 ; 70 ; 55 ; 41 ; 61
2-Methylbutyl acetate K17		13,6	858	nd	nd	0,191	0,283	Fruité [0,001]		43 ; 70 ; 55 ; 73 ; 41
1-Methoxy-2-propyl acetate		15,9	901	nd	nd	nd	0,021 ^{IST}	Ether [/]	MS	43 ; 45 ; 15 ; 72 ; 29
Isobutyl Isobutanoate K51		-	902	[d]	[0,006 ^{IST}]	[0,001 ^{IST}]	[d]	Ananas, fruité ⁵	[SIM]	71 ; 43 ; 56 ; 57 ; 41
Methyl 4-hydroxybutanoate		16,3	906	nd	0,001 ^{IST}	nd	0,002 ^{IST}	n.a.	MS	43 ; 74 ; 57 ; 88 ; 41
Methyl Thioisovalerate A44		-	920	[nd]	[nd]	[nd]	[d]	Fromage	[SIM]	85 ; 75
(S)-(-)-1,2,4-Butanetriol,4-acetate		18,1	929	nd	nd	nd	0,071 ^{IST}	n.a.	MS	43 ; 57 ; 61 ; 99 ; 58
Isobutyl lactate		19,5	947	nd	0,071 ^{IST}	nd	nd	n.a.	MS	45 ; 57 ; 41 ; 29 ; 56
Propyl 3-mercaptododecanoate		20,7	962	0,002 ^{IST}	nd	nd	nd	n.a.	MS	57 ; 43 ; 41 ; 108 ; 55
(E)-Hex-3-en-1-yl acetate ou (Z)		22,3	983	nd	nd	nd	0,015 ^{IST}	Fruité, âcre, vert, banané, poire	MS	43 ; 67 ; 82 ; 41
Hexyl acetate		23,1	993	0,058^{IST}	0,019^{IST}	0,011^{IST}	0,406^{IST}	Amande, poire [0,002] ³	MS, IR	43 ; 56 ; 55 ; 61 ; 42
3-Methylheptyl acetate		23,4	997	nd	0,001 ^{IST}	nd	nd	n.a.	MS	43 ; 70 ; 57 ; 41 ; 55
Isoamyl lactate		28,7	1049	nd	0,006 ^{IST}	0,032^{IST}	nd	Fruit, crème, noisette [0,03] ³	MS	45 ; 43 ; 70 ; 55 ; 71
Octyl tiglate		39,0	1142	nd	0,013 ^{IST}	0,011 ^{IST}	nd	n.a.	MS	101 ; 55 ; 83 ; 41 ; 43
(E)-Hex-2-en-1-yl dodecanoate		42,0	1167	nd	nd	0,011 ^{IST}	0,020 ^{IST}	n.a.	MS	82 ; 71 ; 43 ; 60
Ethyl 2-(2-oxoethyl)pent-4-enoate		49,1	1225	nd	nd	nd	0,007 ^{IST}	n.a.	MS	43 ; 123 ; 85 ; 168
2-Phenylethyl acetate G59		50,1	1232	0,043	0,026	0,055	0,368	Rose, miel, tabac ³ [0,25] ⁵	MS, IR	104 ; 43 ; 91 ; 105 ; 65

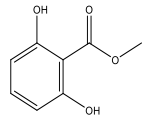
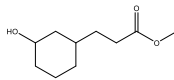
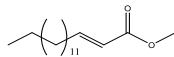
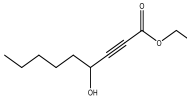
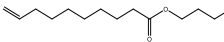
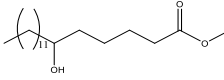
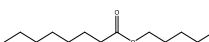
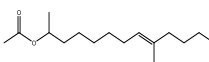
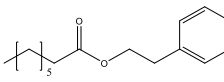
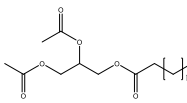
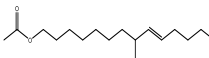
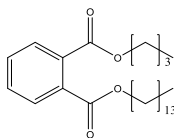
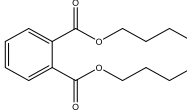
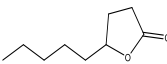
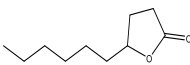
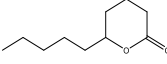
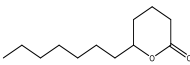
Benzoic acid, 2,6-dihydroxy-, methyl ester		59,7	1308	nd	0,023 ^{IST}	0,013 ^{IST}	nd	n.a.	MS	136 ; 168 ; 108 ; 137 ; 52
Methyl 3-(3-hydroxycyclohexyl) propanoate		59,8	1309	nd	nd	nd	0,002 ^{IST}	n.a.	MS	136 ; 95 ; 94 ; 55 ; 81
Methyl (E)-hexadec-2-enoate		60,2	1313	nd	0,007 ^{IST}	nd	d	n.a.	MS	43 ; 112 ; 87 ; 85
Ethyl 4-hydroxynon-2-ynoate		63,3	1340	nd	nd	nd	0,004 ^{IST}	n.a.	MS	43 ; 100 ; 73 ; 60
Butyl-9-decenoate		67,2	1374	nd	nd	0,006 ^{IST}	nd	n.a.	MS	41 ; 55 ; 56 ; 69 ; 57
Methyl 6-hydroxyoctadecanoate		69,4	1393	nd	nd	nd	0,012 ^{IST}	n.a.	MS	85 ; 55 ; 84 ; 29 ; 41
Pentyl octanoate		72,8	1434	nd	0,003 ^{IST}	nd	nd	n.a.	MS	70 ; 43 ; 145 ; 57 ; 55
E-9-Methyl-8-tridecen-2-ol,acetate		73,2	1440	nd	nd	nd	0,012 ^{IST}	n.a.	MS	43 ; 55 ; 97 ; 41 ; 109
2-Phenylethyl octanoate		73,5	1444	nd	0,006 ^{IST}	nd	nd	n.a.	MS	104 ; 105 ; 57 ; 43 ; 41
Eicosanoic acid, 2,3-bis(acetyloxy) propyl ester		77,0	1490	nd	nd	0,008 ^{IST}	nd	n.a.	MS	43 ; 159 ; 57 ; 55 ; 98
E-8-Methyl-9-tetradecen-1-ol acetate		80,2	1542	nd	nd	0,007 ^{IST}	nd	n.a.	MS	43 ; 55 ; 71 ; 81 ; 79
Butyl tetradecyl phthalate		94,6	1847	nd	0,041 ^{IST}	nd	0,067 ^{IST}	n.a.	MS	149 ; 57 ; 207 ; 43
Dibutyl phthalate		98,2	1888	nd	0,089 ^{IST}	nd	0,128 ^{IST}	n.a.	MS	149 ; 150 ; 41 ; 76 ; 104

Tableau 3.3- 11. Lactones identifiées dans le moût 2017 et les vins monocépages de Solaris 2015, 2016 et 2017 du domaine du Chenoy

Lactones	Structure chimique	Tr (min)	IR CP-Sil 5 CB	Moût 2017	Concentration (ppm)			Odeur [Threshold (ppm)] <i>Info. de la littérature</i>	Odeur (GC-O) [FD]	Identification	Ions maj. (m/z)
					Vin 2015	Vin 2016	Vin 2017				
γ -Nonalactone <i>Nonano-1,4-lactone</i> E8 <i>Aldehyde C-18 (so-called)</i>		-	1337	[d]	[0,001 ^{IST}]	[0,001 ^{IST}]	[tr]	Noix de coco, crème, cire, sucré, beurre, huile [0,03] ²⁰		[SIM]	85 ; 29 ; 41 ; 43 ; 27
γ -Decalactone <i>Decano-1,4-lactone</i> E6		-	1444	[tr]	[d]	[d]	[0,002^{IST}]	Fruité, fais, huile, cire, pêche, noix de coco, beurre, sucré [0,0007] ²⁰		[SIM]	85 ; 128
δ -Decalactone <i>Decano-1,5-lactone</i> E3		-	1473	[tr]	[0,001 ^{IST}]	[d]	[0,001 ^{IST}]	Noix de coco, frais, sucré, huile, fruité, pêche, crème, lait		[SIM]	99 ; 114
δ -Dodecalactone E4		-	1696	[d]	[0,001 ^{IST}]	[d]	[d]	Tropical, frais, sucré, métallique, pêche, huile, noix de coco, beurre		[SIM]	99 ; 114

- *Aromatiques et hétérocycles*

La concentration en furanéol (*figure 3.3-10*) est nettement au dessus de la limite de son seuil de perception pour le vin 2017 alors qu'il n'excède pas les 0,004 ppm dans les vins 2015 et 2016 et qu'il est absent dans le moût. Cette molécule a un bel arôme sucré rappelant la fraise.

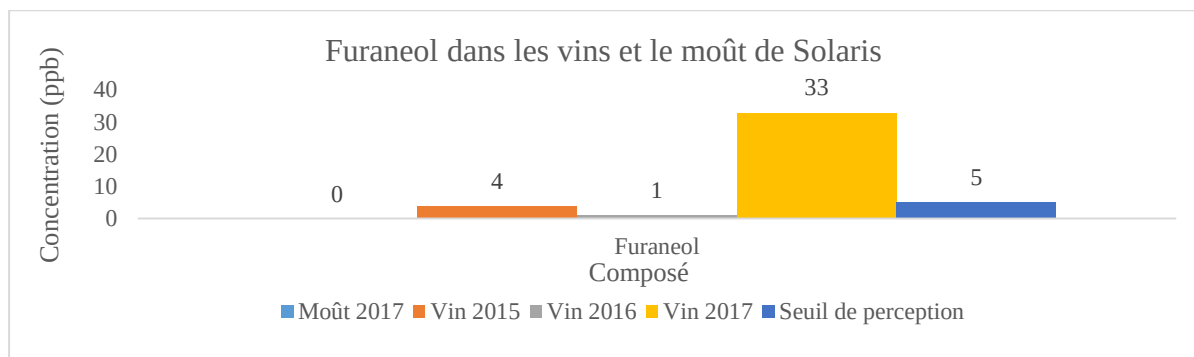


Figure 3.3- 10. Concentration en furanéol dans les échantillons de moût (2017) et de vins (2015, 2016, 2017) monocépages de Solaris du domaine du Chenoy

La pyrazine a été identifiée uniquement dans l'extrait du vin monocépage de Solaris de 2017. Aucun pic n'a été observé pour les autres échantillons. Une odeur intense est sortie durant l'AEDA de l'échantillon du vin 2017. Son odeur caractéristique de noisette, a été sentie jusqu'à la dilution 81 par Laura Decourrière et moi-même.

Tableau 3.3- 12. Aromatiques et hétérocycles identifiés dans le moût 2017 et les vins monocépages de Solaris 2015, 2016 et 2017 du domaine du Chenoy

Aromatiques + hétérocycles (N,O,S)	Structure chimique	Tr (min)	IR CP- Sil 5 CB	Moût 2017	Concentration (ppm)			Odeur [Threshold (ppm)] <i>Info. de la littérature</i>	Odeur (GC-O) [FD]	Identification	Ions maj. (m/z)
					Vin 2015	Vin 2016	Vin 2017				
2,4-Dimethylfuran		7,5	705	nd	nd	nd	0,008 ^{IST}	Caramel [/] ⁴		MS	96; 67; 95; 53; 41
Pyrazine 1,4-Diazabenzene B45		-	732	[nd]	[0,956 ^{IST}]	[1,901 ^{IST}]	[0,715 ^{IST}]	Noisette	[FD=0-3- 9-81] 2017 LD, PAF	[SIM]	80; 53; 26; 52; 51
2-Methyl- tetrahydropyran		9,3	761	0,002 ^{IST}	nd	nd	nd	Ether, sucré		MS	85 ; 41 ; 43 ; 56 ; 55
Furfural Furan-2-carbaldehyde C7		11,1	810	[d]	0,183 [0,058 ^{IST}]	0,041 [0,017 ^{IST}]	[0,002 ^{IST}]	Amande [2- 23]		[SIM]	96; 95; 39; 38; 29
2-Methyl-1,3-dioxane-2- propanol		11,4	816	d	nd	nd	nd	n.a.		MS	43 ; 84 ; 87 ; 41 ; 85
Furfurol Furan-2-ylmethanol C8		-	831	[d]	nd	nd	[nd]	Brûlé [8] ³		[SIM]	96; 95; 39; 38; 29
2,6-Dimethylpyrazine B10		-	895	[nd]	[d]	[nd]	[d]	Chocolat		[SIM]	108; 42; 40; 39; 38
trans-2-Furanmethanol, tetrahydro-5-methyl		17,6	923	nd	0,005 ^{IST}	nd	nd	n.a.		MS	85; 57; 45; 43; 41
5-Methylfurfural C13		-	937	[d]	[d]	[d]	[d]	Sucré, caramel, pain grille, café		[SIM]	108; 42; 40; 39; 38
Dihydro-2-methyl- 3(2H)-thiophenone		20,5	960	nd	nd	0,297 ^{IST}	nd	n.a.		MS	43 ; 72 ; 100 ; 28 ; 44
2H-Pyran-2,6(3H)-dione		20,7	962	nd	nd	0,040 ^{IST}	nd	n.a.		MS	112 ; 55 ; 28 ; 84 ; 27
(3E)-3- (Acetamidoimino)- N-(2-ethylphenyl) butanamide		21,7	975	nd	nd	nd	0,002 ^{IST}	n.a.		MS	121; 43; 73; 120
trans-4,5-Epoxydecane		22,5	985	d	nd	nd	nd	n.a.		MS	55 ; 57 ; 43 ; 56 ; 41
2,3,5-Trimethylpyrazine B3		-	986	[d]	[d]	[d]	[d]	Noisette		[SIM]	42 ; 122 ; 39 ; 81 ; 40
3-Hydroxy-4,4- dimethyldihydro-2(3H)- furanone		23,8	1002	nd	0,002 ^{IST}	0,001 ^{IST}	nd	n.a.		MS	71 ; 43 ; 41 ; 57 ; 27
1-Methyl-2- pyrrolidinone B106		24,0	1004	0,001 ^{IST}	nd	nd	nd	Poisson, amine		MS	99 ; 44 ; 42 ; 98 ; 28
2(3H)-Furanone,5- ethynyldihydro-5- methyl		24,4	1007	d	nd	nd	nd	n.a.		MS	111; 55; 43; 71; 67
DL-Phenylalanine,N- (phenylmethoxy) carbonyl]		25,5	1018	0,007 ^{IST}	nd	nd	nd	n.a.		MS	91 ; 108 ; 79 ; 107 ; 92
1-(3-Oxobutyl)-3,3- dimethyldiaziridine		26,1	1024	0,001 ^{IST}	nd	nd	nd	n.a.		MS	85 ; 43 ; 42 ; 57 ; 56
4-Methyl-5- vinylthiazole		24,7	1010	nd	0,004 ^{IST}	nd	nd	n.a.		MS	125 ; 97 ; 58 ; 98 ; 124
Ethyl furan-2- carboxylate		26,1	1024	nd	0,075 ^{IST}	0,028 ^{IST}	nd	n.a.		MS	95 ; 112 ; 140 ; 39 ; 96
Furaneol C4		-	1026	[d]	[0,004 ^{IST}]	[0,001 ^{IST}]	[0,033 ^{IST}]	Fraise, sucre grillé, barbe à papa [0,005] ²⁰		[SIM]	43; 57; 128; 85; 29

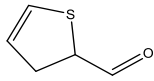
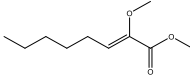
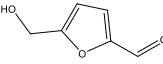
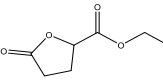
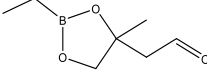
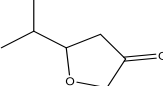
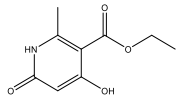
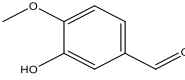
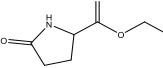
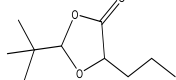
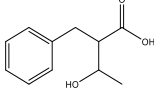
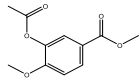
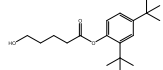
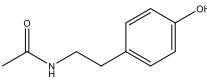
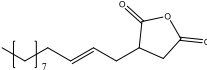
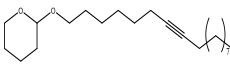
2,3-Dihydro-2-thiophenecarbaldehyde		28,9	1051	nd	nd	0,041 ^{IST}	nd	n.a.	MS	114 ; 113 ; 59 ; 60 ; 85 ;
Methyl-(Z)-2-methoxyoct-2-enoate		30,7	1069	nd	nd	nd	0,023 ^{IST}	n.a.	MS	43 ; 109 ; 124 ; 61
3,4,5-Trimethyl-2-cyclopenten-1-one		30,7	1069	nd	nd	0,001 ^{IST}	nd	n.a.	MS	109 ; 81 ; 124 ; 79 ; 110
1-(2,4-Dimethyl-furan-3-yl)-ethanone		31,0	1076	nd	nd	nd	0,006 ^{IST}	n.a.	MS	123 ; 138 ; 43 ; 67 ; 39
1-(3-Hydroxyfuran-2-yl)ethan-1-one Isomaltol C32		31,0	1076	0,001 ^{IST}	nd	nd	nd	Caramel, grillé, fruité	MS	110. ; 58 ; 43 ; 125 ; 71
Maltol C2		-	1088	[d]	[tr]	[tr]	[d]	Caramel [35]	[SIM]	126 ; 71 ; 43 ; 55 ; 97
5-Hydroxymethyl furfural C12		-	1189	[d]	[0,001 ^{IST}]	[0,001 ^{IST}]	[d]	Beurre, Caramel	[SIM]	97 ; 126 ; 41 ; 39 ; 69
Ethyl 5-oxotetrahydrofura-2-carboxylate		52,1	1248	nd	0,194 ^{IST}	0,163 ^{IST}	0,144 ^{IST}	n.a.	MS	85 ; 29 ; 27 ; 86 ; 57
(2-Ethyl-4-methyl-1,3,2-dioxaborolan-4-yl)-ethanone		54,9	1270	nd	nd	nd	0,076 ^{IST}	n.a.	MS	43 ; 113 ; 83 ; 111 ; 55
5-Isopropyldihydro-3(2H)-furanone		57,4	1290	nd	nd	0,001 ^{IST}	nd	n.a.	MS	57 ; 85 ; 55 ; 84 ; 41
Ethyl 4-hydroxy-2-methyl-6-oxo-1,6-dihydropyridine-3-carboxylate		64,5	1350	nd	nd	nd	0,003 ^{IST}	n.a.	MS	42 ; 123 ; 151 ; 69 ; 197
Isovanillin 3-Hydroxy-p-anisaldehyde		66,6	1369	0,002 ^{IST}	nd	nd	nd	Vanille	MS	151 ; 152 ; 81 ; 109 ; 53
Ethyl pyrrolumate		69,3	1392	nd	0,016 ^{IST}	nd	nd	n.a.	MS	84 ; 41 ; 73 ; 56 ; 85
2-t-Butyl-5-propyl-[1,3]dioxolan-4-one		70,1	1399	nd	nd	0,001 ^{IST}	0,021 ^{IST}	n.a.	MS	57 ; 55 ; 101 ; 73 ; 41
2-Benzyl-3-hydroxybutanoic acid		72,3	1428	nd	nd	nd	0,053 ^{IST}	n.a.	MS	91 ; 131 ; 78 ; 92 ; 176
3-Acetoxy-4-methoxybenzoate		77,1	1491	nd	nd	nd	0,009 ^{IST}	n.a.	MS	151 ; 182 ; 43 ; 123
2,4-Di-tert-butylphenyl 5-hydroxypentanoate		77,7	1499	0,005 ^{IST}	nd	nd	nd	n.a.	MS	191 ; 206 ; 57 ; 192 ; 41
N-Acetyltyramine		79,8	1535	0,003 ^{IST}	nd	nd	nd	n.a.	MS	120 ; 107 ; 121 ; 108 ; 91
2-Dodecen-1-yl-succinic anhydride		81,6	1566	nd	nd	0,002 ^{IST}	nd	n.a.	MS	41 ; 55 ; 43 ; 69 ; 57
2H-Pyran,2-(7-heptadecynyloxy) tetrahydro		85,2	1633	0,008 ^{IST}	nd	nd	nd	n.a.	MS	55 ; 41 ; 43 ; 67 ; 81

Tableau 3.3- 13. Halogènes identifiés dans le moût 2017 et les vins monocépages de Solaris 2015, 2016 et 2017 du domaine du Chenoy

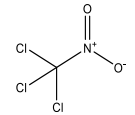
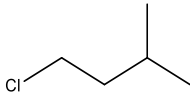
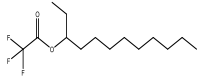
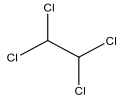
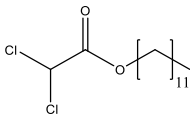
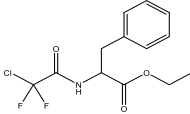
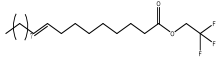
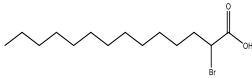
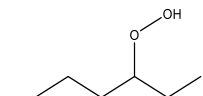
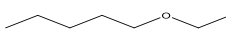
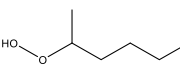
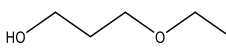
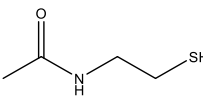
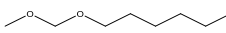
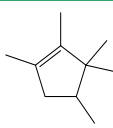
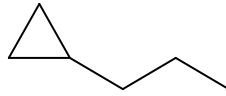
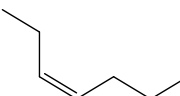
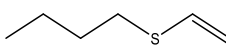
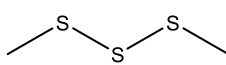
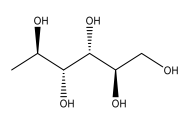
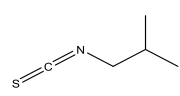
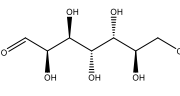
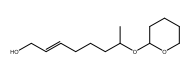
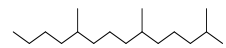
HALOGENES	Structure chimique	Tr (min)	IR CP- Sil 5 CB	Moût 2017	Concentration (ppm)			Odeur [Threshold (ppm)] Info. de la littérature	Odeur (GC-O) [FD]	Identification	Ions maj. (m/z)
					Vin 2015	Vin 2016	Vin 2017				
Trichloronitromethane <i>Chloropicrine</i>		6,5	643	0,010 ^{IST}	nd	nd	nd	Produit phyto, effet fongicide		MS	117 ; 119 ; 30 ; 82 ; 121
1-Chloro-3-methyl butane		9,3	761	nd	nd	0,003 ^{IST}	nd	n.a.		MS	43 ; 55 ; 70 ; 41 ; 42
3- Trifluoroacetoxydodecane		14,6	877	nd	nd	nd	0,003 ^{IST}	n.a.		MS	41 ; 43 ; 55 ; 40 ; 57
1,1,2,2-Tetrachloroethane J101		15,3	890	nd	nd	nd	0,061 ^{IST}	Solvant, chlore ³ [1,5] ¹		MS	83 ; 85 ; 95 ; 60 ; 61
Dodecyl dichloroacetate		44,5	1188	nd	0,017 ^{IST}	0,013 ^{IST}	nd	n.a.		MS	43 ; 57 ; 55 ; 69 ; 41
DL-Phenylalanine, N- chlorodifluoroacetyl, ethyl ester		72,0	1424	nd	0,075 ^{IST}	nd	nd	n.a.		MS	91 ; 176 ; 131 ; 148 ; 103
2,2,2-Trifluoroethyl (9E)-9-octadecenoate		84,6	1621	0,001 ^{IST}	nd	nd	nd	n.a.		MS	207 ; 43 ; 43 ; 55 ; 83
2-Bromotetra-decanoic acid		88,2	1694	nd	0,007 ^{IST}	nd	0,010 ^{IST}	n.a.		MS	41 ; 43 ; 55 ; 57 ; 29

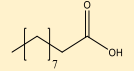
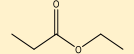
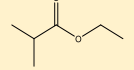
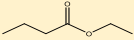
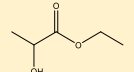
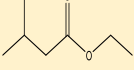
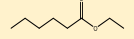
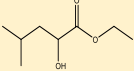
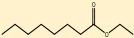
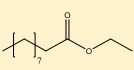
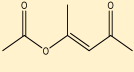
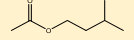
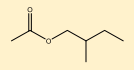
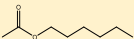
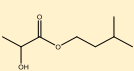
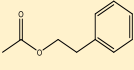
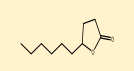
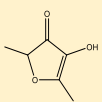
Tableau 3.3- 14. Autres molécules identifiées dans le moût 2017 et les vins monocépages de Solaris 2015, 2016 et 2017 du domaine du Chenoy

AUTRES	Structure chimique	Tr (min)	IR CP- Sil 5 CB	Moût 2017	Concentration (ppm)			Odeur [Threshold (ppm)] <i>Info. de la littérature</i>	Odeur (GC-O) [FD]	Identification	Ions maj. (m/z)
					Vin 2015	Vin 2016	Vin 2017				
1-Ethylbutyl hydroperoxyde		9,8	776	d	nd	nd	0,001 ^{IST}	n.a.		MS	43 ; 55 ; 41 ; 59 ; 29
Pentane-1-ethoxy		9,9	779	nd	nd	0,002 ^{IST}	nd	n.a.		MS	59 ; 31 ; 29 ; 43 ; 70
1-Methylpentyl hydroperoxyde		10,3	792	nd	nd	nd	d	n.a.		MS	43 ; 45 ; 41 ; 29 ; 55
3-Ethoxy-1-propanol		11,6	820	nd	0,022 ^{IST}	0,004 ^{IST}	nd	n.a.		MS	31 ; 59 ; 29 ; 58 ; 45
N-Acetylcysteamine		14,8	881	nd	nd	nd	0,019 ^{IST}	n.a.		MS	30 ; 43 ; 60 ; 28 ; 45
Hexane,1- (methoxymethoxy)		15,4	892	nd	0,013 ^{IST}	nd	nd	n.a.		MS	45 ; 43 ; 75 ; 56 ; 41
1,2,3,3,4- Pentamethylcyclopentene		15,5	894	nd	nd	nd	0,002 ^{IST}	n.a.		MS	123 ; 81 ; 41 ; 55 ; 39
Propylcyclopropane K44		16,6	910	d	nd	nd	nd	n.a.		MS	56 ; 41 ; 55 ; 42 ; 27
(Z)-3-Heptene		18,6	936	d	nd	nd	nd	n.a.		MS	41 ; 56 ; 69 ; 55 ; 98
1-Ethenylthio Butane		20,5	960	nd	0,592 ^{IST}	nd	nd	n.a.		MS	60 ; 16 ; 73 ; 41 ; 87
Dimethyltrisulfide (DMTS) A32		-	965	[d]	[nd]	[nd]	[d]	Ail, oignon ⁵		[SIM]	126 ; 45 ; 79 ; 47 ; 64
1-Deoxy-d-mannitol		21,2	967	nd	nd	0,004 ^{IST}	0,003 ^{IST}	Sucré		MS	73 ; 45 ; 43 ; 61 ; 57
Isobutyl isothiocyanate		22,4	984	nd	0,010 ^{IST}	nd	nd	n.a.		MS	41 ; 115 ; 39 ; 57 ; 43
D-Glycero-d-galacto- heptose		23,4	997	nd	nd	nd	0,001 ^{IST}	Sucré		MS	43 ; 73 ; 60 ; 61 ; 44
(E)-7-((tetrahydro-2H- pyran-2-yl)oxy)oct-2-en- 1-ol		61,7	1326	nd	nd	nd	0,041 ^{IST}	n.a.		MS	85 ; 43 ; 109 ; 58 ; 67
Tetradecane,2,6,10- trimethyl		80,6	1549	0,005 ^{IST}	nd	nd	nd	n.a.		MS	57 ; 43 ; 71 ; 85 ; 41

En résumé nous avons repris au *tableau 3.3-15* l’ensemble des arômes retrouvés au-dessus de leur seuil de perception dans des moûts ou des vins Solaris du domaine du Chenoy. Les arômes variétaux sont en vert tandis que les arômes fermentaires sont en orange.

Tableau 3.3- 15. Arômes présents au-dessus de leur seuil de perception dans le mût 2017et les vins2015, 2016 et 2017 de Solaris du domaine du Chenoy

Nom du composé + code KOVATS INBR	Structure chimique	IR (CP-Sil 5 CB)	Concentration (ppm)				Odeur (threshold [ppm])	Méthode d’identification
			Moût 2017	Vin 2015	Vin 2016	Vin 2017		
Cétones et aldéhydes								
β-Damascenone (E)-1-(2,6,6-trimethylcyclohexa-1,3-dien-1-yl)but-2-en-1-one F9		1376	0,356 [d]	[0,001 ^{IST}]	0,411 [0,001 ^{IST}]	0,800 [d]	Compote de pomme, pêche [5.10 ⁻⁴]	MS, IR, [SIM], O
Phenylacetaldehyde G68		1022	[0,002 ^{IST}]	[0,005 ^{IST}]	[0,607 ^{IST}]	[0,002 ^{IST}]	Miel, sucré, floral ⁶ [0,001] ⁵	[SIM]
Nonanal J77		1085	6,757	0,997	1,583	2,341	Gras, citron, vert [0,0007] ¹¹	MS
Decanal J48		1187	0,011	nd	nd	nd	Savon, zeste d’orange, suif (gras) [0,001] ²¹	MS
Acetylacetone Pentane-2,4-dione J213		773	nd	nd	nd	0,044	Doux [0,01] ³	MS, IR, O
Diacetone alcohol 4-Hydroxy-4-methylpentan-2-one K32		815	nd	nd	nd	0,401	Menthe [0,28] ¹	MS
Alcools primaires, secondaires et tertiaires								
2-Methylpropan-1-ol Isobutanol K56		448	0,196 ^{IST}	4,321 ^{IST}	7,738 ^{IST}	3,038 ^{IST}	Vin, solvant, amer [7,0] ³	MS
2-Methylbutan-1-ol K12		721	2,365	7,220	9,643	nd (coélution?)	Malt [0,045] ³	MS, IR
3-Methylbutan-1-ol K20		724	1,659 [0,519 ^{IST}]	35,985 [41,262 ^{IST}]	61,040 [84,392 ^{IST}]	31,701 [31,030 ^{IST}]	Wiskey, malt, brulé [30] ¹	MS, IR, [SIM]
1-Hexanol J210		848	3,592 [nd]	3,357 [0,007 ^{IST}]	2,432 [0,072 ^{IST}]	0,601 [0,003 ^{IST}]	Résine, herbe coupée [1,620] ^{3,5}	MS, IR, [SIM]
Methionol 3-Methylthio)propan-1-ol A33		952	0,026 [0,002 ^{IST}]	0,587 [0,198 ^{IST}]	0,964 [d]	coélution acide hexanoïc [0,617 ^{IST}]	Radis [0,171] ¹	MS, IR, [SIM]
β-Phenylethanol 2-phenylethan-1-ol G65		1094	0,353	10,371 [13,627 ^{IST}]	19,631 [28,916 ^{IST}]	12,986	Miel, épicé, rose, lilas [10] ⁵	MS, IR, O
1-Octen-3-ol J176		967	[0,002 ^{IST}]	[0,033 ^{IST}]	[0,016 ^{IST}]	[0,075 ^{IST}]	Terreux, champignons [less than 1ppb]	[SIM], O
p-Cresol 4-Methyl-phenol G43		1056	[nd]	[d]	[nd]	[0,005 ^{IST}]	Phénolique [0,004]	MS
Acides								
Butanoic acid J36		757	nd [d]	0,406 [0,241 ^{IST}]	0,308 [0,020 ^{IST}]	0,160 [nd]	Rance, Transpiration, fromage [0,17] ³	MS, IR,[SIM]
3-Methyl butanoic acid K25		812	nd [d]	1,118 [0,006 ^{IST}]	1,715 [0,006 ^{IST}]	0,892 [0,007 ^{IST}]	Fromage, sueur ¹ [0,12]	MS, IR, [SIM], O
Hexanoic acid J72		961	0,119 [0,001 ^{IST}]	1,915 [0,014 ^{IST}]	1,804 [0,012 ^{IST}]	4,587 [0,024 ^{IST}]	Transpiration, fromage [0,42] ¹	MS, [SIM], O

Octanoic acid J42		1163	0,023 [nd]	6,862	3,158	7,333 [0,867 ^{IST}]	Transpiration, fromage [0,50] ¹	MS, IR, [SIM]
Decanoic acid J37		1358	0,077 [nd]	5,153 [0,107 ^{IST}]	3,364 [0,054 ^{IST}]	8,818 [nd]	Rance, gras [1,0] ⁵	MS, IR, [SIM]
Esters et lactones								
Ethyl propionate J62		691	0,086	Coélution?	0,167	0,330	Fruité [0,010]	MS, IR
Ethyl isobutanoate K76		773	[d]	0,317 [0,052 ^{IST}]	0,351 [0,082 ^{IST}]	0,046 [0,009 ^{IST}]	Fruité, ananas, fraise [0,015] ²¹	[SIM]
Ethyl butanoate J55		779	[d]	0,354 [0,131 ^{IST}]	0,247 [0,089 ^{IST}]	0,405 [0,124 ^{IST}]	Fruit ⁵ [0,020]	MS, IR, [SIM]
Ethyl-lactate J156		795	nd [0,001 ^{IST}]	64,443 [21,326 ^{IST}]	17,786 [6,005 ^{IST}]	5,494 [1,38 ^{IST}]	Fruit ⁵ [0,2] ³	MS, IR, [SIM]
Ethyl 3-methyl- butanoate Ethyl isovalerate K52		833		nd [0,019 ^{IST}]	0,147 [0,021 ^{IST}]	nd [0,002 ^{IST}]	Sucré, fruité, crèmeux, ananas [0,20] ³	IR, [SIM]
Ethyl caproate Ethyl hexanoate J60		979	0,006	1,076 [0,453 ^{IST}]	0,556 [0,224 ^{IST}]	0,842	Pomme verte [0,014] ⁵	MS, IR
Ethyl 2-hydroxy-4- methylpentanoate K111		1039	nd	0,235	0,304	0,018	Fruits rouges, mûre ³ [0,051] ²¹	MS, IR
Ethyl octanoate Ethyl caprilate J159		1180	nd [tr]	1,096	0,625	1,330 [0,697 ^{IST}]	Fruit, gras [0,005] ³	MS, IR, [SIM]
Ethyl decanoate Ethyl caprate J57		1384	tr	0,240 [0,195 ^{IST}]	0,183 [0,149 ^{IST}]	0,456	Raisin [0,200] ³	MS, IR
Isobutyl acetate K26		754	0,040 [0,003 ^{IST}]	0,053 [0,004 ^{IST}]	Coélution ? [0,011 ^{IST}]	0,116 [0,032 ^{IST}]	Fruit, pomme, banane [0,066] ¹	MS, IR, [SIM]
Isoamyl acetate K40		854	0,524 [0,045 ^{IST}]	0,607 [0,073 ^{IST}]	0,931 [0,136 ^{IST}]	4,883 [1,025 ^{IST}]	Banane, pomme [0,03] ³	MS, [SIM], O
2-Methylbutyl acetate K17		857	nd	nd	0,191	0,283	Fruit [0,001]	MS, IR
Hexyl acetate		994	0,058 ^{IST}	0,019 ^{IST}	0,011 ^{IST}	0,406 ^{IST}	Amande, poire [0,002] ³	MS, IR
Isoamyl lactate		1051	nd	0,006 ^{IST}	0,032 ^{IST}	nd	Fruit, crème, noisette [0,03] ³	
2-Phenylethyl acetate G59		1233	0,043	0,026	0,055	0,368	Rose, miel, tabac ³ [0,25] ⁵	MS, IR
γ-Decalactone Decano-1,4-lactone E6		1444	[tr]	[d]	[d]	[0,002 ^{IST}]	Fruité, frais, huileux, cireux, pêche, noix de coco, beurré, sucré [0,0007] ²⁰	[SIM]
Aromatiques et hétérocycles								
Pyrazine 1,4-Diazabenzene B45		732	[nd]	[0,956 ^{IST}]	[1,901 ^{IST}]	[0,715 ^{IST}]	Noisette ⁵	[SIM], O
Furaneol C4		1026	[d]	[0,004 ^{IST}]	[0,001 ^{IST}]	[0,033 ^{IST}]	Fraise, sucre grillé, barbe à papa [0,005] ²⁰	[SIM]

3.3.1.2. Domaine du Chapitre

Le profil aromatique des vins des années 2016 et 2017 ainsi que le moût 2017, en monocépage Solaris, ont été analysés pour le domaine du Chapitre. Ces résultats seront présentés en deux temps. L'analyse de ces résultats porte premièrement sur la comparaison sous forme de tableaux des arômes du moût 2017 et des vins 2016 et 2017 monocépages Solaris. Dans un second temps, nous nous consacrerons à comparer les composés trouvés dans le moût et le vin monocépage Chardonnay 2017 (vendangé le 27 septembre 2018).

3.3.1.2.1. Moût 2017 et vins monocépages Solaris 2016 et 2017

Les *tableaux 3.3-29 à 3.3-54* ci-dessous reprennent les différentes molécules, par famille, identifiées dans le moût et les vins monocépages de Solaris 2016 et 2017.

Il nous a paru pertinent de comparer deux Millésimes qui ont été conçus par le même vigneron avec les mêmes vignes avec des méthodes de vinification identiques. De plus, la comparaison moût/vin d'une même année permet de mettre en évidence le travail du vigneron au chai.

- Terpénoïdes et dérivés des caroténoïdes

En comparant tout d'abord les terpénoïdes et les dérivés des caroténoïdes du moût et des vins des années 2016 et 2017, nous nous rendons compte que seule la β -damascénone (*figure 3.3-11*) est présente au-dessus de son seuil de perception, à savoir 0,7 ppb. Remarquons qu'elle n'est que sous la forme de trace dans le moût. Le Millésime 2017 se situe dans la gamme de ce que nous avons pour les vins du Chenoy. Une concentration dix fois supérieure est par contre retrouvée dans le Chapitre 2016, ce que nous n'expliquons pas.

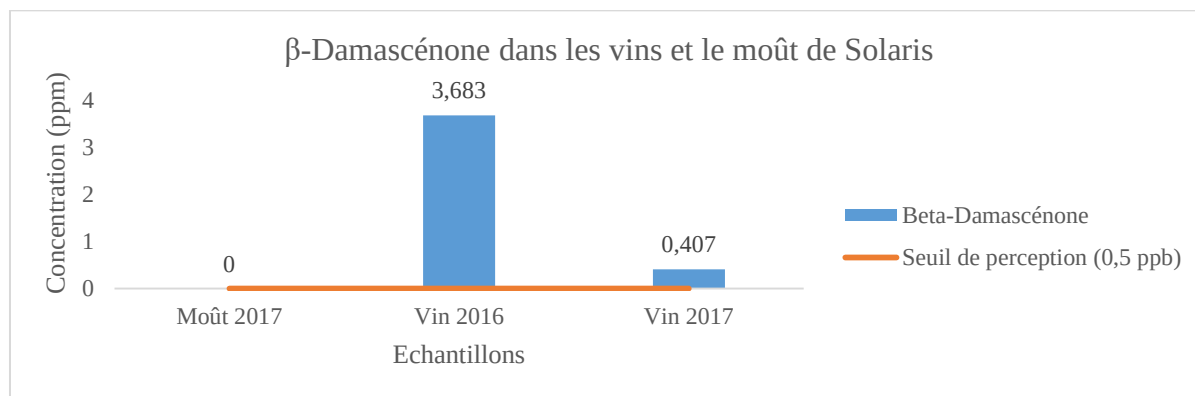


Figure 3.3- 11. Concentration en β -damascénone dans les échantillons de moût (2017) et de vins (2016, 2017) monocépages de Solaris du domaine du Chapitre

Un facteur de dilution supérieur ou égal à 9 lui a été attribué dans le vin 2017 et pour FD=0 pour le vin 2016. Il est donc très probable que ce composé impacte le profil aromatique du vin Solaris. De plus, l'analyse sensorielle effectuée au sein du laboratoire INBR (§3.2-2) indique que plusieurs personnes ont senti une odeur de fruit au premier nez et en bouche.

- Composés de dégradation du théaspirane

Comme dans les vins du domaine du Chenoy, trois composés ont été identifiés et quantifiés via le programme SIM spécifique aux composés de dégradation du théaspirane (§2.8). La 4-hydroxy-7,8-dihydro- β -ionone (arôme de grenadine) a également été retrouvée dans les deux vins 2016 (3 ppb) et 2017 (3 ppb). Le 3,4-Déhydro-5,6-époxy-7,8-dihydro- β -ionone est quant-

à lui retrouvé dans le vin 2017 (1 ppb). Enfin le 3,4-Epoxy-5,6-déhydro-7,8-dihydro- β -ionone est présent dans le vin 2016 (2 ppb). Ces dérivés du théaspirane pourraient apporter une certaine fraîcheur aux vins.

Tableau 3.3- 16. Terpénoïdes identifiés dans le moût 2017 et les vins monocépages de Solaris 2016 et 2017 du domaine du Chapitre

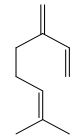
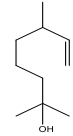
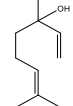
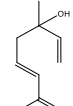
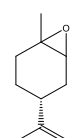
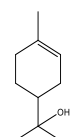
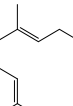
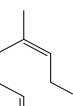
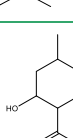
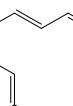
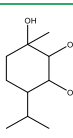
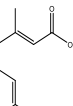
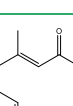
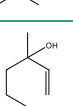
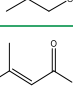
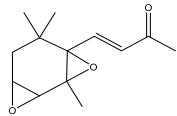
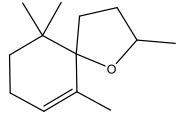
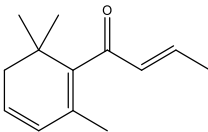
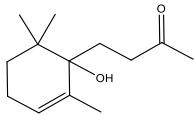
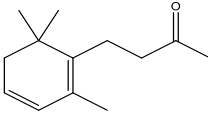
Terpénoïdes	Structure chimique	Tr (min)	IR CP-Sil 5 CB	Moût 2017	Concentration (ppm) Vin 2016Vin 2017		Odeur [Threshold (ppm)] Info. de la littérature	Odeur (GC-O) [FD] Vin	Identification	Ions maj. (m/z)
Myrcene 7-Methyl-3-methyleneocta-1,6-diene D37		-	986	[tr]	[0,001 ^{IST}]	[0,001 ^{IST}]	Poivré, terpénique, épicé		[SIM]	41; 93; 69; 39; 27
Dihydromyrcenol D88 2,6-Dimethyloct-7-en-2-ol		28,6	1048	nd	0,136	nd	Agrumes, eau de cologne, propre [1,8] ⁴		MS	59; 41; 43; 55; 31
Linalool 3,7-Dimethylocta-1,6-dien-3-ol D20		32,6	1087	[d]	0,018 [0,003 ^{IST}]	0,004 [0,008 ^{IST}]	Fruité, Agrumes [0,025]		MS,IR, [SIM]	71; 93; 55; 43; 41
Hotrienol 1,5,7-Octatrien-3-ol, 3,7 dimethyl		41,9	1166	nd	nd	0,018 ^{IST}	Frais, floral, boisé ⁵ [0,11] ¹³		MS	71; 82; 43; 67; 41
Limonene epoxyde (4R)-1-Methyl-4-(prop-1-en-2-yl)-7-oxabicyclo [4.1.0]heptane D23		-	1171	[nd]	[d]	[0,003 ^{IST}]	Agrumes		[SIM]	43; 67; 41; 93; 109
α-Terpineol 2-(4-Methylcyclohex-3-en-1-yl) propan-2-ol D28		42,5	1171	nd [nd]	nd [0,004 ^{IST}]	0,005 [0,002 ^{IST}]	Floral, orange moisie [0,25]		MS, [SIM]	59; 93; 121; 136; 67
Geraniol (E)-3,7-Dimethylocta-2,6-dien-1-ol D35		-	1209	[nd]	[d]	[d]	Rose, citrus, épices [0,03]		[SIM]	69; 41; 68; 67; 93
Nerol 3,7-Octadiene-2,6-diol,2,6-dimethyl D32		-	1215	[nd]	[d]	[d]	Rose [0,3]		MS, [SIM]	69; 41; 93; 68; 67
Isopulegol 5-Methyl-2-(prop-1-en-2-yl) cyclohexanol D89		49,1	1225	nd	nd	0,001 ^{IST}	Menthe poivrée		MS	67; 69; 121; 81; 41
Geranial (E)-3,7-Dimethylocta-2,6-dienal D33		-	1255	[nd]	[nd]	[d]	Citron		[SIM]	41; 69; 39; 84; 27
p-Menthane-1,2,3-triol		56,0	1279	nd	0,034 ^{IST}	nd	n.a.		MS	112; 43; 81; 71; 84
Methyl Geranate Methyl (E)-3,7-dimethylocta-2,6-dienoate D85		-	1313	[nd]	[0,001 ^{IST}]	[d]	Cire, gras		[SIM]	69; 41; 114; 83; 123
Geranic acid (E)-3,7-Dimethylocta-2,6-dienoic acid D40		-	1328	[tr]	[tr]	[d]	Verte		[SIM]	69; 41; 100; 123; 39
8-Hydroxylinalool 2,6-Dimethylocta-2,7-diene-1,6-diol		-	1342	[nd]	[tr]	[0,003 ^{IST}]	Citron [0,390] ¹²		[SIM]	[71; 119]
Geranyl acetate Methyl (E)-3,7-dimethylocta-2,6-dienoate D45		-	1364	[nd]	[0,022 ^{IST}]	[0,009 ^{IST}]	Floral		[SIM]	69; 41; 43; 68; 93

Tableau 3.3- 17. Dérivés des caroténoïdes identifiés dans le moût 2017 et les vins monocépages de Solaris 2016 et 2017 du domaine du Chapitre

Dérivés des caroténoïdes	Structure chimique	Tr (min)	IR CP-Sil 5 CB	Concentration (ppm)			Odeur [Threshold (ppm)] <i>Info. de la littérature</i>	Odeur (GC-O) [FD] Vin	Identification	Ions maj. (m/z)
				Moût 2017	Vin 2016	Vin 2017				
3-Buten-2-one, 4-(2,2,5-trimethyl-3,8-dioxatricyclo [5,1,0,0])		49,3	1226	nd	0,065 ^{IST}	nd	n.a.		MS	43 ; 125 ; 98 ; 123 ; 83
Theaspirane 2,6,10,10-Tetramethyl-1-oxaspiro[4.5]dec-6-ene F59		-	1302-1309	[nd]	[nd]	[tr]	Camphre, cassis, naphthalène		[SIM]	94; 123; 95; 41; 121
β-Damascenone (E)-1-(2,6,6-Trimethylcyclohexa-1,3-dien-1-yl)but-2-en-1-one F9		67,4	1376	[tr]	3,683 [0,001^{IST}]	0,407 [0,001^{IST}]	Compote de pomme, pêche [5.10 ⁻⁴]	[0] 2016 [0-3-9] 2017 LD-PAF	MS, [SIM], O	69 ; 121 ; 41; 105; 190
6-Hydroxy-7,8-dihydro-α-Ionone 4-(1-Hydroxy-2,6,6-trimethylcyclohex-2-en-1-yl) butan-2-one F62		-	1396	[nd]	[nd]	[d]	Violette, fruits secs [9.10 ⁻⁵] ²⁰		[SIM]	154 ; 126
Dihydrodehydro-β-ionone 4-(2,6,6-Trimethylcyclohexa-1,3-dien-1-yl)butan-2-one		-	1470	[nd]	[nd]	[d]	Sauternes, fruits secs [9.10 ⁻⁵] ²⁰		[SIM]	119 ; 121; 43; 120; 192

- Aldéhydes

Dans la famille des aldéhydes, l'hexanal, le 2-hexéanal ainsi que le (E-E)-2,4-hexadiéanal sont retrouvés seulement dans le moût. L'hexanal est présent en concentration deux fois supérieure à son seuil de perception et développe un arôme herbacé et gras. Le 2-hexéanal est quant-à lui présent à une concentration cent fois supérieure à son seuil de perception (arômes : solvant, verdure et banane). Enfin le (E-E)-2,4-hexadiéanal est quantifié dans les vins avec une concentration dix fois supérieure à son seuil de perception et possède également un arôme de verdure et parfois d'agrumes.

Le phénylacétaldéhyde est un composé qui a une toute autre odeur car celle-ci se rapproche d'avantage d'une odeur sucrée et florale. Cette molécule est aussi bien présente dans les vins que dans le moût avec une concentration, dans les trois échantillons, proche de son seuil de perception (*figure 3.3-12*).

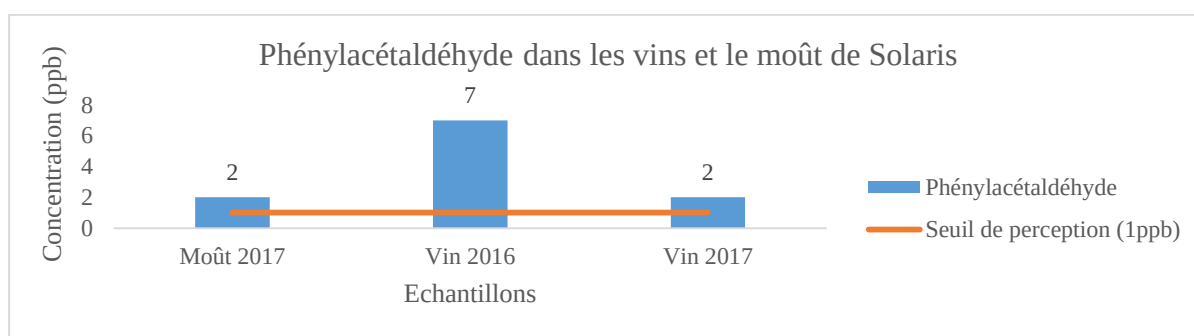


Figure 3.3- 12. Concentration en phénylacétaldéhyde dans les échantillons de moût (2017) et de vins (2016, 2017) monocépages de Solaris du domaine du Chapitre

Il est donc possible que nous retrouvions aussi dans le vin Solaris 2016 le côté fruité et floral que peut fournir cette molécule. Pourtant, par AEDA, une odeur sucrée a seulement été relevée dans le vin 2017 aux facteurs de dilution 0 et 3.

Enfin le nonanal est quantifié dans le vin de 2017 avec une concentration environ 500 fois supérieure à son seuil de perception. Il a en effet une concentration de 350 ppb pour un seuil à 0,7 ppb (*figure 3.3-13*). On le retrouve également dans le moût à une concentration de 6,1 ppm. Il possède une odeur grasse, citronnée et verte.

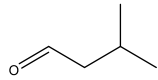
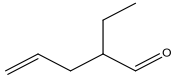
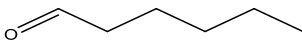
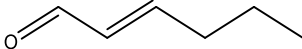
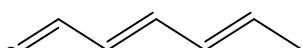
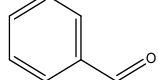
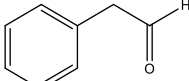
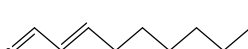
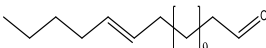
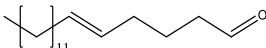


Figure 3.3- 13. Concentration en nonanal dans les échantillons de moût (2017) et de vins (2016, 2017) monocépages de Solaris du domaine du Chapitre

Le nonanal a été quantifié et senti en analyse olfactométrique uniquement dans le vin 2017. Il n'a été senti que jusqu'à la dilution 9 et est décrit comme floral par *Laura Decourrière* et fruité et lacté par moi-même. Il posséderait une odeur citronnée et grasse d'après la littérature.

Les aldéhydes amènent des arômes gras, verts mais aussi d'agrumes, floraux et sucrés.

Tableau 3.3- 18. Aldéhydes identifiés dans le moût 2017 et les vins monocépages de Solaris 2016 et 2017 du domaine du Chapitre

ALDÉHYDES	Structure chimique	Tr (min)	IR CP-Sil 5 CB	Moût 2017	Concentration (ppm) Vin 2016		Vin 2017	Odeur [Threshold (ppm)] <i>Info. de la littérature</i>	Odeur (GC-O) [FD] Vin	Identification	Ions maj. (m/z)
3-Methylbutanal K28		6,1	615	nd	0,421	nd		Malt, pomme ² [0,6] ¹		MS, IR	44 ; 43 ; 41 ; 58 ; 29
2-Ethyl-4-pentenal		9,2	758	nd	nd	0,001 ^{IST}		n.a.		MS	41 ; 55 ; 57; 39; 29
Hexanal <i>Caproaldehyde</i> J76		9,9	779	0,791	nd	nd		Herbe, gras ¹ [0,35]		MS, IR	41 ; 55 ; 57; 39; 29
2-Hexenal J14		12,1	829	1,756	nd	nd		Solvant ¹ , vert, banana [0,017] ^{5,6}		MS, IR	69; 83; 5; 41.1 ; 57.1
Methional 3- <i>(Methylthio)propanal</i> A1		-	875	[d]	[tr]	[d]		Végétal, moisi, tomate, pomme de terre ⁵		[SIM]	48 ; 104 ; 47 ; 76 ; 45
(E-E)-2,4-Hexadienal		15,0	884	0,023^{IST}	nd	nd		Verdure, agrumes [0,002] ^{3,7}		MS	81 ; 39; 41 ; 53 ; 67
Benzaldehyde G49		18,8	938	0,011 [0,001 ^{IST}]	nd [0,003 ^{IST}]	0,062 [0,037 ^{IST}]		Amande, sucré, brulé [2] ¹		MS, IR, [SIM]	77 ; 106 ; 105 ; 51 ; 50
Phenylacetaldehyde G68		-	1022	[0,002^{IST}]	[0,007^{IST}]	[0,002^{IST}]		Miel, sucré, floral ⁶ [0,001] ⁵	[0-3] 2017 LD- PAF	[SIM], O	91 ; 92; 120 ; 65; 39
Nonanal J77		32,4	1085	6,094	nd	0,350		Gras, citron, vert [0,0007] ¹¹	[0-3-9] 2017 LD- PAF	MS, IR, O	57 ; 41 ; 43 ; 44; 56 ; 44
<i>trans</i> -2-Nonenal J103		-	1141	[d]	[d]	[d]		Gras, vert, concombre, agrumes		[SIM]	43; 55; 70 ; 41; 83
13-Octadecenal		69,5	1393	0,018 ^{IST}	nd	nd		Cire ⁴		MS	82 ; 57 ; 43 ; 55; 68
4-Octadecenal		81,7	1567	0,063 ^{IST}	0,232 ^{IST}	nd		Alcool ¹⁶		MS	57; 43 ; 83 ; 69 ; 84

- Cétones

Pour la famille des cétones, l'acétylacétone devrait être organoleptiquement actif dans le vin 2016 car sa concentration y est 100 fois plus importante que son seuil de perception (*figure 3.3-14*). Il n'a toutefois pas été retrouvé en sniffing. Cette molécule est la seule au-dessus de son seuil de perception pour cette famille.

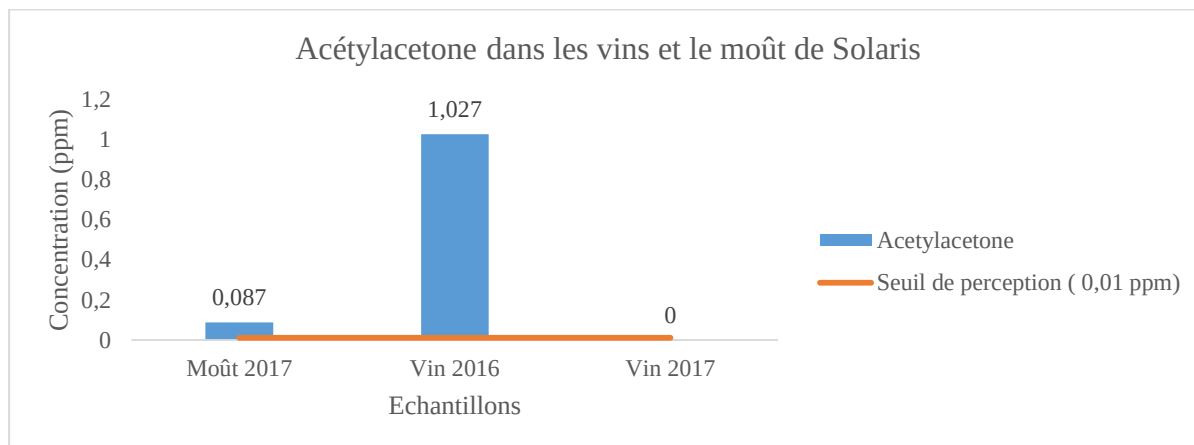
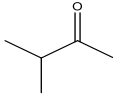
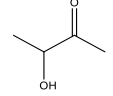
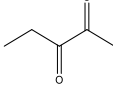
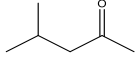
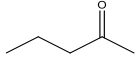
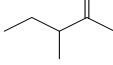
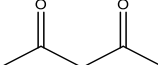
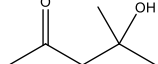
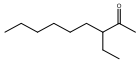
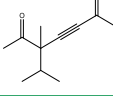
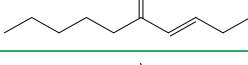
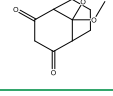
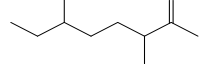
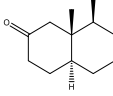
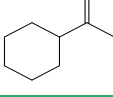
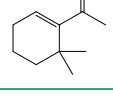
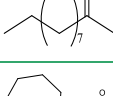
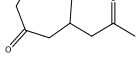
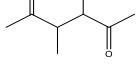
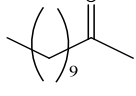
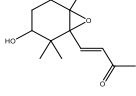


Figure 3.3- 14. Concentration en acétylacétone dans les échantillons de moût (2017) et de vins (2016, 2017) monocépages de Solaris du domaine du Chapitre

Tableau 3.3- 19. Cétones identifiées dans le moût 2017 et les vins monocépages de Solaris 2016 et 2017 du domaine du Chapitre

CETONES	Structure chimique	Tr (min)	IR CP-Sil 5 CB	Concentration (ppm)			Odeur [Threshold (ppm)] <i>Info. de la littérature</i>	Odeur (GC-O) [FD] Vin	Identification	Ions maj. (m/z)
2-Methyl-3-butanone <i>1,2-Dimethyl- propionaldehyde</i> K21		6,2	622	nd	nd	0,184	Camphre		MS, IR	43 ; 27; 41 ; 86 ; 39
Acetoin <i>3-Hydroxybutan-2-one</i> J26		7,0	677	0,690	16,627	0,402	Beurre, crème [50] ¹		MS, IR	45 ; 43 ; 88 ; 27; 29
2,3-Acetyl propionyl <i>Pentanedione</i> J125		-	705	[nd]	[nd]	[0,034 ^{IST}]	Beurre		[SIM]	43; 85; 15; 100 ; 27
4-Methyl-2-pentanone <i>Isobutyl methyl ketone</i> K53		-	723	[d]	[tr]	[0,004 ^{IST}]	Verdure		[SIM]	43; 58; 41; 57; 85
Pentan-2-one J18		8,3	730	0,190	0,226	nd	Ether [70] ³		MS, IR	43 ; 86 ; 41; 58 ; 71
3-Methyl-2-pentanone K68		8,4	733	nd	0,267	nd	Menthe ³		MS, IR	43 ; 41 ; 57; 29; 27
Acetylacetone <i>Pentane-2,4-dione</i> J213		9,7	773	0,087	1,027	nd	Doux [0,01] ³		MS, IR	43 ; 85 ; 15; 100 ; 27
Diacetone alcohol K32 <i>4-Hydroxy-4- methylpentan-2-one</i>		11,4	815	0,165	nd	nd	Menthe [0,28] ¹		MS, IR	43 ; 59 ; 58 ; 101 ; 42
3-Ethyl-2-nonanone		14,4	872	0,003 ^{IST}	nd	nd	(2-nonanone : fruité)		MS	86 ; 43 ; 71 ; 41 ; 57
5-Methyl-5-(1- methylethyl)-3-heptyne- 2,6-dione		16,8	912	0,006 ^{IST}	0,053 ^{IST}	nd	n.a.		MS	43 ; 123 ; 138 ; 95 ; 41
3-Decen-5-one		28,6	1048	0,014 ^{IST}	nd	nd	n.a.		MS	83 ; 55; 98 ; 41; 39
9,9-Dimethoxybicyclo [3.3.1] nona-2,4-dione		40,1	1151	0,008 ^{IST}	nd	0,002 ^{IST}	n.a.		MS	43 ; 57; 55; 41; 69
3,6-Dimethyl-2-octanone		42,8	1173	nd	0,022 ^{IST}	nd	n.a.		MS	43 ; 55; 41; 73; 83
2 (1H)-Naphthalenone, octahydro-8,8a-dimethyl- (4alpha,8beta,8abeta)		49,3	1226	0,005 ^{IST}	nd	nd	n.a.		MS	122 ; 82; 109; 55; 81
1-Cyclohexylethan-1-one		51,1	1240	0,004 ^{IST}	nd	nd	n.a.		MS	55; 83; 43; 71; 41
2,2-Dimethylcyclohexenyl methyl ketone		51,2	1241	d	0,171 ^{IST}	nd	n.a.		MS	69; 43 ; 55; 111 ; 44
2-Undecanone J21		-	1274	[tr]	[tr]	[nd]	Fromage bleu		[SIM]	58 ; 43; 59; 71 ; 41
3-Acetyl cycloheptanone		53,1	1255	nd	0,080 ^{IST}	nd	n.a.		MS	43 ; 111 ; 83; 110; 55
3,4-Dimethyl-2,5- hexanedione		61,3	1322	0,003 ^{IST}	nd	nd	n.a.		MS	43 ; 85 ; 100; 72; 57
2-Dodecanone J131		-	1378	0,007 [nd]	[d]	[0,002 ^{IST}]	Orange, floral, gras, pêche ³		MS, IR, [SIM]	58 ; 43 ; 59 ; 71 ; 41
4-(3-Hydroxy-2,2,6- trimethyl-7-oxa- bicyclo[4.1.0]hept-1-yl)- but-3-en-2-one		75,7	1472	0,014 ^{IST}	nd	nd	n.a.		MS	43 ; 123 ; 109; 41; 55

- Alcools primaires

Le 1-hexanol (*figure 3.3-15*) se retrouve à une concentration aux alentours de 5,5 ppm dans les deux vins. L'odeur de résine et d'herbe coupée pourrait dès lors être ressentie. Il est donc préférable de ne pas le trouver en trop forte concentration pour éviter ce côté herbacé. Fort heureusement, aucune note désagréable n'a été perçue tant en GC-O qu'en dégustation.

Nous retrouvons le 3-méthylbutan-1-ol dans les vins 2016 et 2017 (*figure 3.3-15*) au-dessus de son seuil de perception. Notons qu'il est 100 fois moins concentré dans le moût que dans le vin correspondant. L'étude portant sur différents Solaris au Danemark (Liu *et al.*, 2015) avait déjà identifié ce composé dans les différents vins analysés. Les concentrations varient peu d'une année à l'autre : 44,1 ppm pour l'année 2016 et 32,3 ppm pour l'année 2017. L'arôme de malt devrait donc être ressenti dans les deux vins Solaris du domaine du Chapitre. C'est plutôt une odeur de chocolat que nous retrouvons en sniffing à l'indice de rétention correspondant. Les concentrations du 3-méthylbutan-1-ol étant proches du seuil de perception, il y a de forte chance que l'odeur de chocolat prenne le dessus sur l'odeur de whisky et de malt. Comme autre alcool primaire, le β -phényléthanol (*figure 3.3-15*) va également être perçu uniquement dans le vin 2016. En effet, les 5,6 ppm du vin 2017 ne dépassent pas le seuil nécessaire des 10 ppm permettant de sentir une odeur de miel, épicée, de rose voire de lilas. Lors du sniffing, les deux opérateurs décrivent l'odeur comme très forte et épicée mais seulement dans le vin de 2016. La β -phényléthanol n'est pas sentie dans le vin 2017.

Le méthionol (*figure 3.3-15*) est présent pour le vin 2016 avec une concentration cinq fois supérieure à son seuil de perception mais n'est pas perçu pour autant lors de l'analyse olfactive. Pour les autres molécules appartenant à la famille des alcools primaires, le 2-méthylbutan-1-ol (*figure 3.3-15*) est au-dessus de son seuil uniquement dans le moût. Il n'est pas détecté dans le vin correspondant. Le 2-hexén-1-ol (*figure 3.3-15*) est lui aussi exclusivement présent dans le moût. Cet arôme est perçu comme ayant un arôme de feuille, de verdure et de noix.

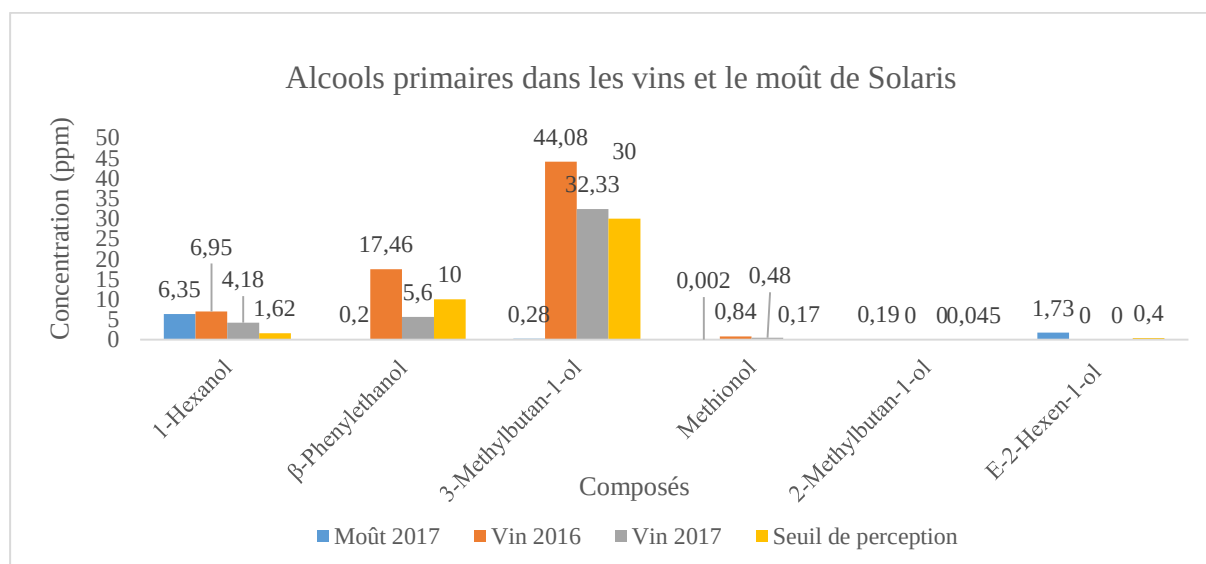


Figure 3.3- 15. Concentration en alcools primaires dans les échantillons de moût (2017) et de vins (2016, 2017) monocépages de Solaris du domaine du Chapitre

Tableau 3.3- 20. Alcools primaires identifiés dans le moût 2017 et les vins monocépages de Solaris 2016 et 2017 du domaine du Chapitre

ALCOOLS ¹ aires	Structure chimique	Tr (min)	IR CP-Sil 5 CB	Moût 2017	Concentration (ppm) Vin 2016		Vin 2017	Odeur [Threshold (ppm)] Info. de la littérature	Odeur (GC-O) [FD] Vin	Identification	Ions maj. (m/z)
2-Methylpropan-1-ol <i>Isobutanol</i> K56		5,6	448	d	3,103 ^{IST}	3,385 ^{IST}		Vin, solvant, amer [7,0] ³		MS	43; 41; 42; 31; 33
1-Butanol J107		6,2	622	d	0,091	0,177		Médicament, fruit ³ [150]		MS, IR	56; 31; 41; 43; 27
3-Methylbutan-1-ol K20		7,9	717	0,284 [0,001 ^{IST}]	44,082 [24,0 ^{IST}]	32,327 [31,13 ^{IST}]		Wiskey, malt, brûlé [30] ¹		MS, IR, [SIM]	55; 42; 43; 41; 70
2-Methylbutan-1-ol K12		8,0	721	0,194	nd	nd		Malt [0,045] ³		MS, IR	57; 41; 56; 29; 70
1-Pentanol J7		8,9	748	d	0,129	nd		Verdure [80] ³		MS, IR	42; 55; 41; 70; 31
3-Ethoxy-1-propanol		11,5	817	nd	1,099 ^{IST}	nd		Chimique [306] ³		MS	31; 59; 29; 58; 45
3-Methyl-1-pentanol		12,0	827	nd	0,130 ^{IST}	0,008 ^{IST}		Herbacé, cacao [50] ³		MS	56; 55; 69; 43; 41
3-Hexen-1-ol, (E)		12,3	833	0,087 ^{IST}	0,157	0,072		Mousse, fraîcheur [0,40] ³		MS, IR	41; 67; 69; 82; 55
3-Hexen-1-ol, (Z) J214		12,6	836	0,162	0,291	0,107		Herbe [0,40] ³⁶		MS, IR	67; 41; 39; 55; 82
2-Hexen-1-ol, (E) J217		13,0	846	3,640	nd	nd		Verdure, feuille, noix [0,40] ³		MS	57; 41; 27; 82; 44
1-Hexanol J210		13,1	848	6,347 [0,020 ^{IST}]	6,953 [0,963 ^{IST}]	4,179 [0,023 ^{IST}]		Résine, herbe coupée [1,620] ^{3,5}		MS, IR, [SIM]	56; 43; 41; 55; 42
3-Methyl-1-Heptanol		15,5	894	nd	nd	d		n.a.		MS	70; 55; 84; 43; 56
Methionol 3-Methylthio)propan-1-ol A33		19,9	952	[0,002 ^{IST}]	0,839 [0,574 ^{IST}]	Coélution [0,480 ^{IST}]		Radis [0,171] ¹		MS, IR, [SIM]	106; 61; 58; 57; 31
3-Methyl-6-hepten-1-ol		22,3	983	nd	nd	0,003 ^{IST}		n.a.		MS	55; 41; 67; 68; 56
Benzyl alcohol G55		25,1	1014	0,061	0,515	0,018		Sucré, floral [200] ^{3,6}		MS, IR	79; 108; 107; 77; 51
β-Phenylethanol Phenylethan-1-ol G65		33,4	1094	0,198 [0,068 ^{IST}]	17,460 [12,56 ^{IST}]	5,603 [6,477 ^{IST}]		Miel, épicé, rose, lilas [10] ⁵	[0] 2016 LD-PAF	MS, IR, [SIM], O	91; 92; 65; 122; 39
2-Methyl-1-hexadecanol		79,3	1525	0,044 ^{IST}	0,158 ^{IST}	nd		Floral, cire [/] ³		MS	57; 43; 55; 41; 69
2-Hexyl-1-decanol		83,0	1590	nd	nd	0,006		n.a.		MS	57; 55; 43; 41; 69

- *Alcools secondaires et composés phénoliques*

Parmi les alcools secondaires, le 1-octèn-3-ol (*figure 3.3-16*) dépasse largement son seuil de perception dans les deux Millésimes. Il produit une odeur de pomme de terre dans l'extrait du vin 2017, et ce jusqu'au facteur de dilution 9. Dans la littérature, son odeur est plus souvent associée à celle de la terre et des champignons.

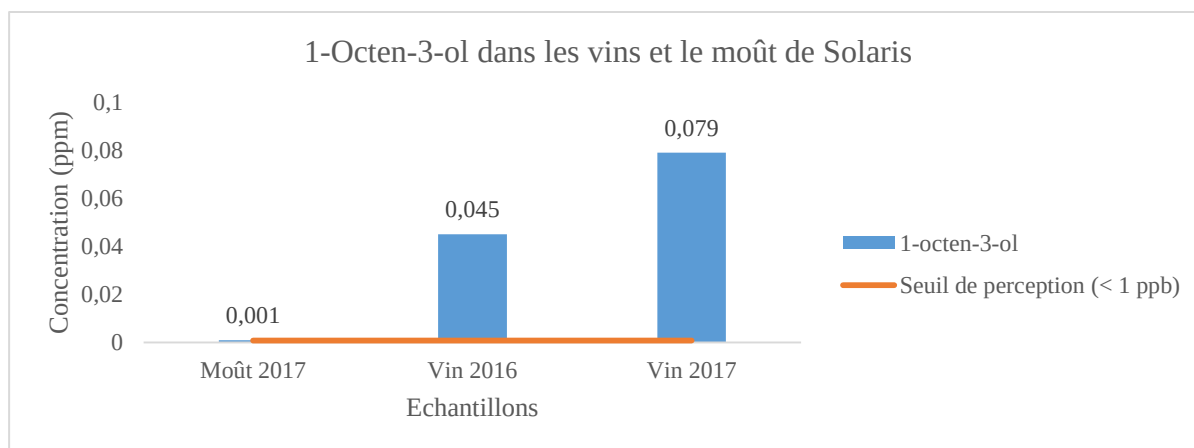
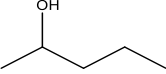
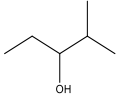
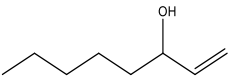
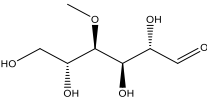
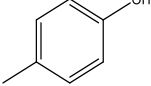
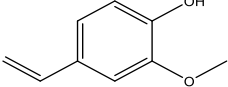
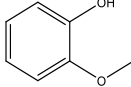
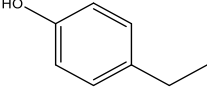
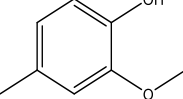
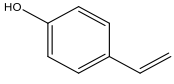
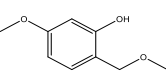
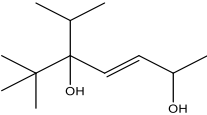
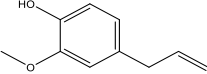
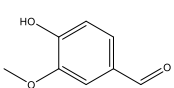
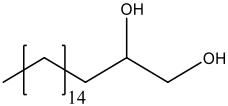
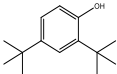
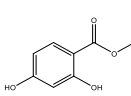
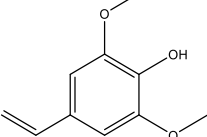


Figure 3.3- 16. Concentration en 1-octèn-3-ol dans les échantillons de moût (2017) et de vins (2016, 2017) monocépages de Solaris du domaine du Chapitre

Un phénol a également pu être quantifié. Le 4-vinylguaiacol a, en effet, été retrouvé en concentration 7 fois supérieure à son seuil de perception dans le vin Solaris de 2017. Il provient de la décarboxylation de l'acide férulique par une levure POF (+). Le 4-vinylguaiacol a une odeur typique de sarrasin, de clou de girofle et de dentiste. Il n'a pas été retrouvé dans le moût et le vin 2016.

Tableau 3.3- 21. Alcools secondaires et tertiaires et phénols identifiés dans le moût 2017 et les vins monocépages de Solaris 2016 et 2017 du domaine du Chapitre

ALCOOLS 2ndaires et tertiaires et PHENOLS	Structure chimique	Tr (min)	IR CP-Sil 5 CB	Moût 2017	Concentration (ppm) Vin 2016	Vin 2017	Odeur [Threshold (ppm)] <i>Info. de la littérature</i>	Odeur (GC-O) [FD] Vin	Identification	Ions maj. (m/z)
2-Pentanol J150		9,5	767	nd	nd	0,005	Moisi, fusel, alcool ⁵		MS	45 ; 55 ; 43; 27; 73
2-Methyl-3- pentanol		9,9	779	nd	0,110 ^{IST}	nd	Herbacé, cacao [50] ³		MS	59 ; 31; 73; 41 ; 27
1-Octen-3-ol J176		-	967	[0,001^{IST}]	[0,045^{IST}]	[0,079^{IST}]	Terreux, champignons [less than 1ppb]	<i>[0-3-9] 2017 LD-PAF</i>	[SIM], O	57; 43; 72 ; 29; 41
4-O-Methylmannose		25,9	1022	nd	nd	0,639 ^{IST}	Sucré		MS	87 ; 74 ; 71; 60 ; 45
p-Cresol 4-Methyl-phenol G43		-	1056	[0,002 ^{IST}]	[nd]	[0,001 ^{IST}]	Phénolique [3,9,10 ⁻³]		[SIM]	107 ; 108 ; 77; 79; 51
4-Vinylguaiacol G99		30,7	1069	nd [0,001 ^{IST}]	nd [0,001 ^{IST}]	0,074 [d]	Sarrasin [0,010]		MS, [SIM]	135 ; 150 ; 107 ; 77; 51
2-Methoxy-phenol		30,7	1069	nd	nd	0,009 ^{IST}	n.a.		MS	109 ; 124 ; 81 ; 53 ; 52
4-Ethylphenol G36		-	1141	[tr]	[nd]	[d]	Phenolique, fumée, bacon, jambon ⁵ [0,300]		[SIM]	107 ; 122 ; 77; 108 ; 91
4-Methyl-guaiacol 2-Methoxy-4- methylphenol G193		-	1178	[tr]	[tr]	[d]	Spicy [0,021]		[SIM]	138 ; 123 ; 95; 67; 55
4-Vinylphenol G192		-	1192	[nd]	[nd]	[tr]	Phenolic, medical, épicé ⁵		[SIM]	120 ; 105
Phenol, 5-methoxy- 2-(methoxymethyl)		59,7	1308	nd	nd	0,014 ^{IST}	n.a.		MS	136 ; 108 ; 137 ; 168 ; 151
5-Isopropyl-6,6- dimethyl-hept-3- ene-2,5-diol		61,9	1327	d	0,341 ^{IST}	nd	n.a.		MS	43 ; 81 ; 95; 57 ; 41
Eugenol 4-Allyl-2- methoxyphenol G23		-	1348	[nd]	[tr]	[d]	Epicée, boisée [0,006]		[SIM]	164 ; 103; 77; 149 ; 131
Vaniline G100		-	1377	[nd]	[d]	[d]	Vanille [0,2-1,3]		[SIM]	151 ; 152 ; 81; 109; 123
1,2-Octadecanediol		69,3	1392	0,005 ^{IST}	0,153 ^{IST}	nd	n.a.		MS	57; 43 ; 55 ; 83 ; 69
2,4-Di-tert- butylphenol		77,7	1499	nd	nd	0,020 ^{IST}	n.a.		MS	191 ; 57 ; 41; 206 ; 192
Benzoic acid,2,4- dihydroxy,methyl ester		78,1	1506	nd	nd	0,003 ^{IST}	n.a.		MS	136 ; 168 ; 108 ; 137 ; 53
4-Vinyl-syringol 2,6-Dimethoxy-4- vinylphenol G121		-	1526	[d]	[nd]	[nd]	n.a.		[SIM]	165 ; 180

- Acides

Dans la famille des acides (*figure 3.3-17*), les composés présents au-dessus de leur seuil de perception dans les deux vins ont globalement une odeur de fromage, rance et de transpiration et ne sont pas présents (sauf pour l'acide hexanoïque) dans le moût. L'acide butanoïque et l'acide 3-méthylbutanoïque sont en dessous du ppm dans les deux vins. Par contre, les acides hexanoïque, octanoïque et décanoïque sont en concentrations beaucoup plus élevées, surtout dans le 2016 (deux à trois fois plus que dans le vin 2017). En AEDA, seul l'acide 3-méthylbutanoïque est perçu par un dégustateur jusqu'à la dilution 9. Rappelons que les acides butanoïque, hexanoïque et octanoïque contribuent à la fraîcheur et à l'équilibre fruité des arômes des vins (Liu *et al.*, 2015).

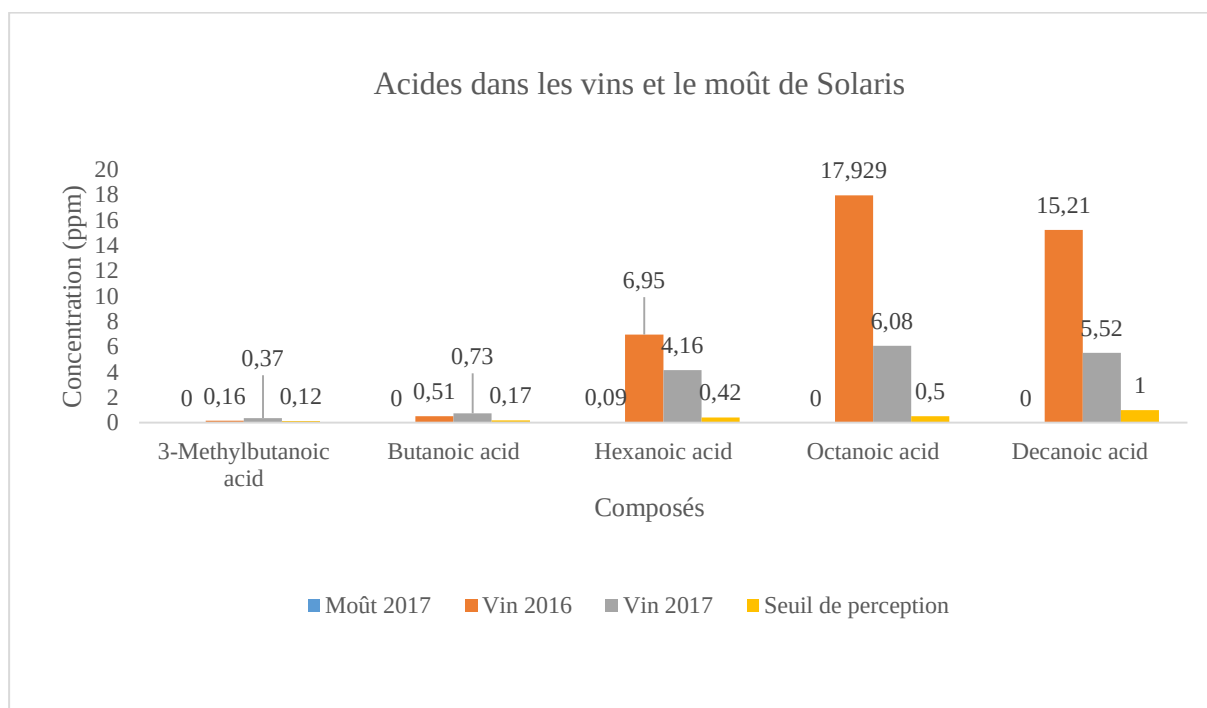
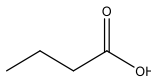
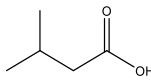
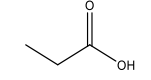
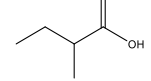
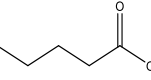
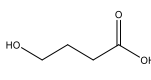
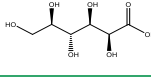
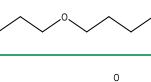
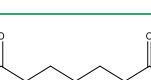
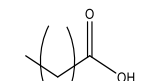
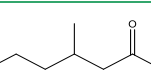
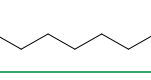
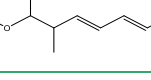
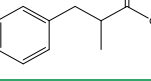
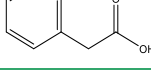
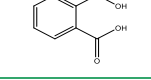
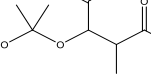
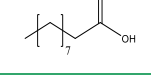
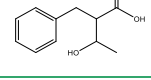
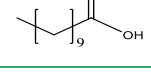
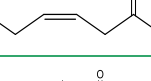


Figure 3.3- 17. Concentration en différents acides dans les échantillons de moût (2017) et de vins (2016, 2017) monocépages de Solaris du domaine du Chapitre

Tableau 3.3- 22. Acides identifiés dans le moût 2017 et les vins monocépages de Solaris 2016 et 2017 du domaine du Chapitre

ACIDES	Structure chimique	Tr (min)	IR CP-Sil 5 CB	Moût 2017	Concentration (ppm) Vin 2016		Vin 2017	Odeur [Threshold (ppm)] <i>Info. de la littérature</i>	Odeur (GC-O) [FD] Vin	Identification	Ions maj. (m/z)
Butanoic acid J36		9,0	757	nd [d]	0,511 [nd]	0,728 [d]	Rance, Transpiration, fromage [0,17] ³			MS, IR, [SIM]	60 ; 73 ; 41 ; 43 ; 42
3-Methyl butanoic acid K25		11,2	812	d [d]	0,162 [0,003 ^{IST}]	0,369 [0,009 ^{IST}]	Fromage, sueur ¹ [0,12]	[0] 2016 [0-3-9] 2017 PAF		MS, IR, [SIM], O	60 ; 43 ; 41 ; 45 ; 87
Propanoic acid J88		-	816	[d]	[0,003 ^{IST}]	[d]	Acide, fruité ⁵ [3]			[SIM]	74 ; 28 ; 45 ; 29 ; 73
2-Methyl butanoic acid K18		11,7	822	nd	0,162	0,306	Fromage, transpiration [32] ³			MS, IR	74 ; 57 ; 29 ; 41 ; 27
Pentanoic acid <i>Valeric acid</i> J85		-	855	[d]	[0,131 ^{IST}]	[1,893 ^{IST}]	Fromage, acide, laiteux ⁵ [35 (bière)]			[SIM]	60 ; 73 ; 41 ; 45 ; 55
4-Hydroxobutanoic acid		14,1	867	d	0,723 ^{IST}	0,573 ^{IST}	n.a.			MS, IR	42.1 ; 86 ; 41.1 ; 56 ; 85
D-altronic acid		14,8	880	nd	0,032 ^{IST}	nd	n.a.			MS	73 ; 61 ; 43 ; 44 ; 42
4-Butoxy butanoic acid		17,5	921	nd	0,036 ^{IST}	0,001 ^{IST}	n.a.			MS	57 ; 87 ; 85 ; 45 ; 41
Hexanoic acid J72		20,6	961	0,090 [0,001 ^{IST}]	6,950 [0,025 ^{IST}]	4,158 [0,002 ^{IST}]	Transpiration, fromage [0,42] ¹			MS, [SIM]	60 ; 73 ; 41 ; 43 ; 87
2-Hexenoic acid J215		22,6	987	0,005 ^{IST}	nd	0,034 ^{IST}	Moût, gras [XX] ³			MS	73 ; 42 ; 41 ; 39 ; 55
7-Oxooctanoic acid		26,3	1025	nd	0,048 ^{IST}	nd	Fromage, rance, gras [0,50] ¹			MS	43 ; 58 ; 55 ; 41 ; 73
Heptanoic acid Oenanthic acid J40		28,7	1049	[nd]	[nd]	[0,004 ^{IST}]	Cheesy			[SIM]	60 ; 73 ; 41 ; 43 ; 55
3-Methyl-hexanoic acid		28,8	1050	nd	nd	0,006 ^{IST}	n.a.			MS	60 ; 43 ; 87 ; 70 ; 41
Octanoic acid J42		41,5	1163	nd [tr]	17,929 [0,469 ^{IST}]	6,084 [0,570^{IST}]	Transpiration, fromage [0,50] ¹			MS, IR,[SIM]	60 ; 73 ; 43 ; 41 ; 55
6-(2,2,5-Trimethyl- [1,3]dioxan-4-yl)- hepta-2,4-dienoic acid		48,4	1219	nd	0,033 ^{IST}	nd	n.a.			MS	59 ; 129 ; 71 ; 43 ; 41
Benzenepropanoic acid, alpha methyl		48,5	1220	nd	nd	0,002 ^{IST}	n.a.			MS	91 ; 164 ; 92 ; 65 ; 118
Phenylacetic acid G48		-	1262	[nd]	[d]	[d]	Miel [10]			[SIM]	91 ; 136 ; 92 ; 65 ; 39
1,2- Benzenedicarboxylic acid		54,8	1269	nd	nd	0,002 ^{IST}	n.a.			MS	104 ; 76 ; 18 ; 50 ; 148
2-(1-Methoxy-1- methylethoxy)-3-ethyl, d butanedioic acid		65,0	1354	nd	0,250 ^{IST}	nd	n.a.			MS	85 ; 131 ; 73 ; 29 ; 42
Decanoic acid J37		65,4	1358	nd [nd]	15,214 [nd]	5,524 [0,047 ^{IST}]	Rance, gras [1,0] ⁵			MS, IR, [SIM]	60 ; 73 ; 41 ; 43 ; 57
2-Benzyl-3- hydroxybutanoic acid		72,1	1424	nd	0,168 ^{IST}	nd	n.a.			MS	91 ; 131 ; 78 ; 92 ; 176
Undecanoic acid		73,4	1442	nd	nd	d	Waxy, cramy, cheesy ⁵			MS	60 ; 73 ; 43 ; 41 ; 57
cis-Vaccenic acid		75,2	1465	0,018 ^{IST}	0,121 ^{IST}	nd	n.a.			MS	55 ; 69 ; 41 ; 83 ; 97
Dodecanoic acid J38		-	1544	[nd]	[nd]	[d]	Savon ¹⁷ [0,600] ¹⁷			[SIM]	73 ; 60 ; 43 ; 41 ; 57

- Esters d'éthyle et autres esters

L'hexanoate d'éthyle (odeur de pomme verte) est deux fois plus concentré dans le vin 2016. Nous retrouvons aussi environ 8 fois plus d'octanoate d'éthyle et 3 fois plus de décanoate d'éthyle dans le vin 2016.

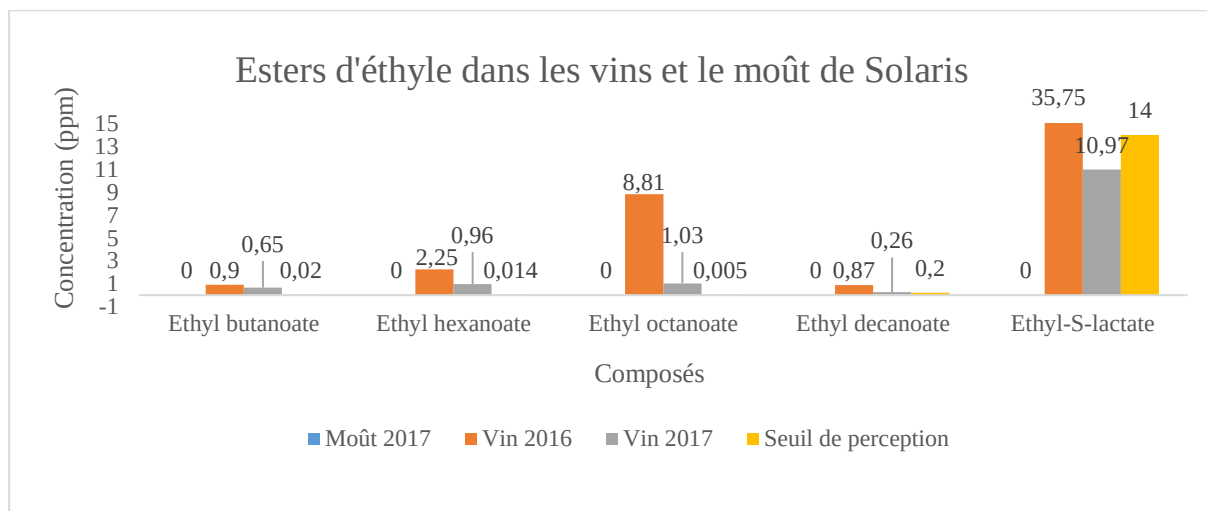


Figure 3.3- 18. Concentration en différents esters d'éthyle dans les échantillons de moût (2017) et de vins (2016, 2017) monocépages de Solaris du domaine du Chapitre

Le lactate d'éthyle (arôme fruité) ne dépasse vraiment son seuil de perception que dans le vin 2016. Le butanoate d'éthyle et l'hexanoate d'éthyle ne sont sentis en AEDA que jusqu'au facteur de dilution 3 pour le vin 2017. Par contre, l'octanoate et le décanoate d'éthyle auront probablement l'impact le plus important sur le profil organoleptique du vin puisqu'ils sont sentis jusqu'au facteur de dilution 9, voire même 27 pour le décanoate d'éthyle. Tous les seuils de perception n'ayant pas été trouvés, il ne serait pas étonnant que d'autres esters tels que le diéthyle succinate par exemple influencent aussi le profil aromatique du vin avec leurs arômes fruités. Comme expliqué pour les vins Solaris du domaine du Chenoy, le 2-hydroxy-4-méthylpentanoate d'éthyle retrouvé dans les deux vins devrait encore faire ressortir le côté fruité des esters. Aucun de ces composés ne dépasse leur seuil de perception dans le moût, ils ne sont pour la plupart même pas présent dans cette matrice.

Nous retrouvons du propyle acétate dans le vin 2016 mais il n'est pas détecté dans le vin 2017 (figure 3.3-19). Comme beaucoup d'esters, il apporte une odeur de fruit. Il en va de même pour l'isobutyle acétate ou encore le 2-méthylbutyle acétate (odeur caractéristique de pomme et de banane) qui ont aussi été identifiés dans le vin Solaris de 2016. L'isoamyle acétate avec une concentration de 7,2 ppm en 2016 et 1,1 ppm en 2017 est aussi largement au-dessus de son seuil de perception (figure 3.3-19). L'hexyle acétate (odeur de poire et d'amande) devrait être perceptible dans le vin 2016 avec une concentration de 0,59 ppm tandis qu'il a une concentration de 0,149 ppm en 2017 (figure 3.3-19). Enfin l'isoamyle lactate et le 2-phényléthyle acétate sont au-dessus de leur seuil de perception uniquement dans le vin 2016 (figure 3.3-19). Le premier n'est pourtant pas détecté en AEDA dans le vin 2017. L'isoamyle acétate et l'hexyle acétate sont sentis jusqu'au facteur de dilution 9 dans le vin 2017. Le propyle acétate n'a été senti que dans le vin 2016 par *Laura Decourrière*, au facteur de dilution 0. Il est à noter que les esters qui sont au-dessus de leur seuil de perception dans le vin ne le sont généralement pas dans le moût.

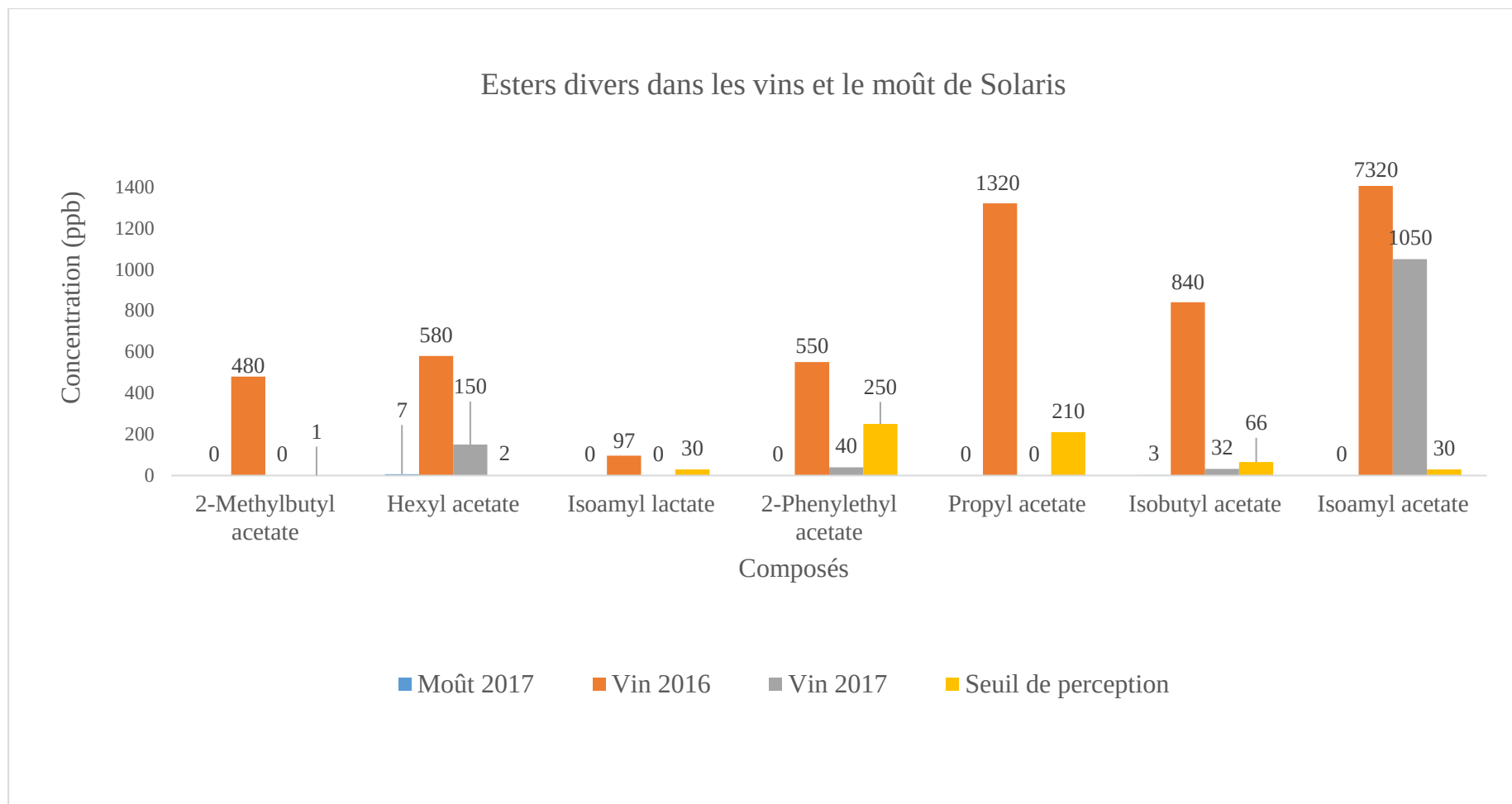


Figure 3.3- 19. Concentration en différents esters dans les échantillons de moût (2017) et de vins (2016, 2017) monocépages de Solaris du domaine du Chapitre

- *Lactones*

La γ -décalactone a été retrouvée dans les deux vins, juste au-dessus de son seuil de perception, mais également dans le moût à une concentration équivalente au vin 2017, à savoir 1 ppb.

L'analyse sensorielle (§3.2-2) montre que les vins Solaris du domaine du Chapitre possèdent une acidité marquée ainsi que des arômes de fruit dont celui de pêche. Les arômes de fruit proviennent principalement des esters (octanoate d'éthyle, décanoate d'éthyle et hexyle acétate). La β -damascénone et son odeur caractéristique de pêche ainsi que probablement la γ -décalactone influencent aussi le bouquet final du vin.

Tableau 3.3- 23. Esters d'éthyle identifiés dans le moût 2017 et les vins monocépages de Solaris 2016 et 2017 du domaine du Chapitre

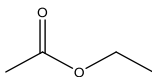
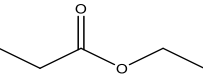
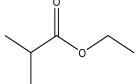
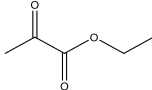
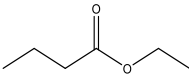
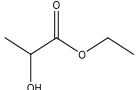
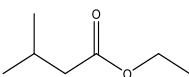
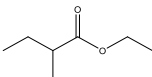
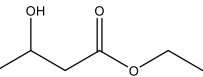
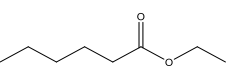
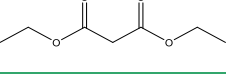
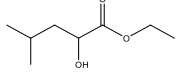
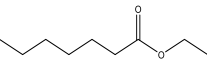
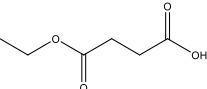
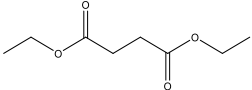
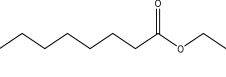
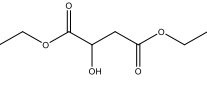
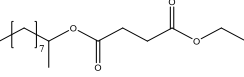
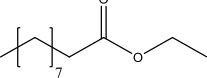
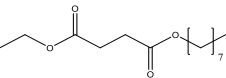
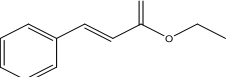
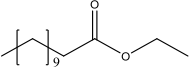
ESTERS d'éthyle	Structure chimique	Tr (min)	IR CP-Sil 5 CB	Moût 2017	Concentration (ppm) Vin 2016Vin 2017		Odeur [Threshold (ppm)] <i>Info. de la littérature</i>	Odeur (GC-O) [FD] Vin	Identification	Ions maj. (m/z)
Ethyl acetate S1		5,4	401	0,634 ^{IST}	5,683 ^{IST}	5,369 ^{IST}	Ananas [7,5] ^{3,6}		MS	43 ; 61 ; 45 ; 29; 70
Ethyl propanoate J62		7,2	691	nd	nd	0,102	Fruité, sucré Ethéré ¹ [1,8] ^{1c}		MS,IR	29; 57 ; 27; 28; 102
Ethyl isobutanoate K76		8,6	739	nd [nd]	nd [0,005 ^{IST}]	0,030 [0,006 ^{IST}]	Fruité, ananas, fraise [0,015] ²¹		MS, IR, [SIM]	43 ; 71 ; 29; 41 ; 27
Ethyl pyruvate J216		9,7	773	nd	0,974	0,024	Sucré, fruité, rhum ⁵		MS	43.1 ; 85 ; 100 ; 42.1 ; 116
Ethyl butanoate J55		9,9	779	nd [0,001 ^{IST}]	0,900 [0,100^{IST}]	0,648 [0,257^{IST}]	Fruit ⁵ [0,020]	[0] 2016 [0-3] 2017 PAF	MS, IR, [SIM], O	71 ; 43 ; 29; 88 ; 27
Ethyl-lactate J156		10,4	795	nd [d]	35,746 [7,75]	10,969 [3,562 ^{IST}]	Fruit ⁵ [14] ³		MS, IR, [SIM]	45 ; 29; 27; 43 ; 75
Ethyl 3-methyl- butanoate <i>Ethyl isovalerate</i> K52		-	835	[nd]	[0,002 ^{IST}]	[0,002 ^{IST}]	Fruité, fraise, fruits rouges [3.10 ⁻³]		[SIM]	88 ; 57; 29; 85 ; 60
Ethyl 2-methyl- butanoate K98		-	840	[nd]	[tr]	[d]	Fruité, fraise, fruits rouges [18.10 ⁻³]		[SIM]	57; 102 ; 41; 85 ; 29
Ethyl 3- hydroxybutyrate <i>Grape butyrate</i> J27		16,6	910	nd	0,462	0,205	Fruite, raisin very, pomme		MS, IR	43 ; 45 ; 60; 87 ; 71
Ethyl caproate <i>Ethyl hexanoate</i> J60		22,0	979	nd [d]	2,248 [0,373]	0,964 [0,397]	Pomme verte [0,014] ⁵	[0-3] 2017 LD-PAF	MS, IR, [SIM], O	88 ; 29; 43 ; 27; 99
Diethyl malonate		27,1	1034	nd	0,034 ^{IST}	0,005 ^{IST}	Pomme ³		MS	29; 115 ; 43 ; 133 ; 88
Ethyl 2-hydroxy-4- methylpentanoate K111		27,6	1039	nd	0,139	0,056	Fruits rouges, mûre ³ [0,051] ²¹		MS, IR	101 ; 73; 118 ; 55; 29
Ethyl heptanoate J59		31,8	1079	nd [tr]	nd [d]	0,001 [0,001 ^{IST}]	Fruit, ananas, banane ⁵		MS, IR, [SIM]	88 ; 113 ; 101 ; 43 ; 60
Ethyl hydrogen succinate J219		38,3	1136	nd	4,336	0,591	n.a.		MS	101 ; 73 ; 29; 55 ; 128
Diethyl succinate J218		39,6	1147	nd	3,259	0,501	Vin, fruit ³ [200] ²⁰		MS, IR	101 ; 29; 129 ; 27; 28
Ethyl octanoate <i>Ethyl caprilate</i> J159		43,5	1180	nd [nd]	8,806 [0,622^{IST}]	1,025 [0,584^{IST}]	Fruit, gras [0,005] ³	[0] 2016 [0-3-9] 2017 LD-PAF	MS, IR, [SIM], O	88 ; 101 ; 57 ; 127 ; 60
Diethyl malate K112		50,5	1236	nd	0,839	0,251	Caramel ³ [760] ²¹		MS, IR	71 ; 117 ; 29; 43 ; 89
Succinic acid, 2- decyl ethyl ester		58,8	1301	nd	nd	0,001 ^{IST}	n.a.		MS	129 ; 101 ; 147 ; 55;
Ethyl decanoate <i>Ethyl caprate</i> J57		68,3	1384	nd [0,001 ^{IST}]	0,874 [0,236^{IST}]	0,260 [0,203^{IST}]	Raisin [0,200] ³	[0] 2016 [0-3-9-27] 2017 LD-PAF	MS, IR, [SIM], O	88 ; 101 ; 29; 43; 41
Succinic acid, ethyl octyl ester		70,5	1404	nd	nd	0,002 ^{IST}	n.a.		MS	101 ; 129 ; 147 ; 57; 43
Ethyl cinnamate <i>Ethyl 3-phenyl-2- propenoate</i> G103		-	1452	nd	[d]	[d]	Balsamic		[SIM]	131 ; 103 ; 176 ; 77; 148
Ethyl dodecanoate <i>Ethyl laurate</i> J158		82,4	1580	[nd]	nd	0,015	Cire [0,90] ²⁰		MS	88 ; 101 ; 43 ; 29; 41

Tableau 3.3- 24. Esters divers identifiés dans le moût 2017 et les vins monocépages de Solaris 2016 et 2017 du domaine du Chapitre

ESTERS divers	Structure chimique	Tr (min)	IR CP-Sil 5 CB	Moût 2017	Concentration (ppm) Vin 2016	Vin 2017	Odeur [Threshold (ppm)] <i>Info. de la littérature</i>	Odeur (GC-O) [FD] Vin	Identification	Ions maj. (m/z)
2-Nitro-ethanol propionate		6,9	670	nd	nd	0,001 ^{IST}	n.a.		MS	27; 29; 74; 73; 30
Methyl thioacetate A9		-	680	[0,007 ^{IST}]	[1,236 ^{IST}]	[0,457 ^{IST}]	Chou fleur, chou pourris, fromage		[SIM]	43; 90; 45; 47; 42
Propyl acetate J89		7,3	698	nd	1,323	nd	Doux, fruit [0,21] ¹	[0] 2016 LD	MS, IR, O	43; 61; 73; 42; 41
3-Methylheptyl acetate		8,3	730	nd	0,023 ^{IST}	nd	n.a.		MS	43; 70; 57; 41; 55
Isobutyl acetate K26		9,1	754	[0,003 ^{IST}]	0,838 [0,013 ^{IST}]	nd [0,032 ^{IST}]	Fruit, pomme, banane [0,066] ¹		MS, IR, [SIM]	43; 56; 73; 41; 39
Methyl thiopropionate A18		-	781	[0,010 ^{IST}]	[d]	[0,003 ^{IST}]	H ₂ S, fromage		[SIM]	57; 104
Isoamyl acetate K40		13,4	854	nd [d]	7,321 [0,574 ^{IST}]	1,050 [0,374 ^{IST}]	Banane, pomme [0,03] ³	[0-3-9] 2017 LD-PAF	MS, IR, [SIM], O	43; 70; 55; 41; 61
2-Methylbutyl acetate K17		13,6	857	nd	0,477	nd	Fruit [0,001]		MS, IR	43; 70; 55; 73; 41
1-Methoxy-2-propyl acetate		16,0	902	nd	0,107 ST	nd	Ether [/]		MS	43; 45; 15; 72; 29
Isobutyl isobutanoate K51		-	902	[nd]	[tr]	[0,006 ^{IST}]	Ananas, fruité ⁵		[SIM]	71; 43; 56; 57; 41
Methyl Thioisovalerate A44		-	920	[tr]	[tr]	[0,005 ^{IST}]	Cheesy		[SIM]	85; 75
(S)-1,2,4-Butanetriol, 4-acetate		17,8	925	nd	nd	0,001 ^{IST}	n.a.		MS	43; 57; 61; 99; 58
Cyclobutane carboxylic acid, 2- methyl-, methyl ester		19,0	941	nd	nd	d	n.a.		MS	87; 41; 69; 55; 15
Isoamyl propanoate K99		-	945	[nd]	[nd]	[0,004 ^{IST}]	Sucré, fruité, banana, melon ⁵		[SIM]	57; 70; 29; 55; 43
Glycol diacetate		20,1	954	0,039 ^{IST}	nd	nd	Doux [0,093] ¹		MS	43; 86; 15; 116; 73
3-Ethoxypropyl acetate		21,4	971	nd	0,047 ^{IST}	nd	n.a.		MS	43; 58; 59; 86; 31
Methyl-2- methoxyoct-2-enoate		22,4	984	nd	0,059 ^{IST}	nd	n.a.		MS	43; 41; 115; 55; 85
Hexyl acetate		23,2	994	0,007 ^{IST}	0,580 ^{IST}	0,149 ^{IST}	Amande, poire [0,002] ³	[0-3-9] 2017 LD-PAF	MS, IR, O	43; 56; 55; 61; 42
O-Acetyl-L-serine		26,1	1023	nd	0,608 ^{IST}	nd	n.a.		MS	43; 60; 102; 74; 57
Isoamyl lactate		28,9	1051	nd	0,097 ^{IST}	nd	Fruit, crème, noisette [0,03] ³		MS, IR	45; 43; 70; 55; 71
Aspirin methyl ester		43,6	1180	0,008 ^{IST}	nd	nd	n.a.		MS	120;152; 121;91; 44
2-Phenylethyl acetate G59		50,2	1233	nd	0,549	0,041	Rose, miel, tabac ³ [0,25] ⁵		MS, IR	104; 43; 91; 105; 65
Tridecyl hexanoate		53,4	1258	nd	nd	0,003 ^{IST}	n.a.		MS	43; 117; 41; 55; 57

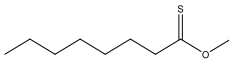
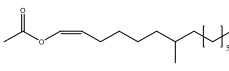
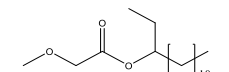
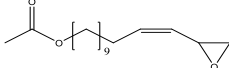
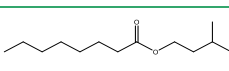
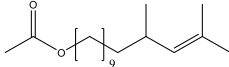
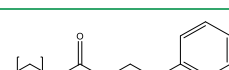
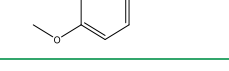
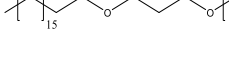
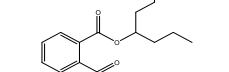
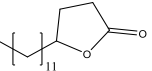
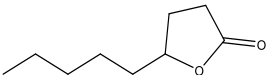
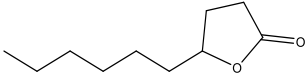
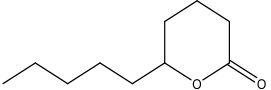
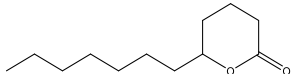
Methyl thiooctanoate A16		-	1289	[d]	[0,001 ^{IST}]	[nd]	Fruité, ananas ¹⁹	[SIM]	[109; 127]
7-Methyl-Z-tetradecen-1-ol acetate		58,3	1296	nd	0,053 ^{IST}	nd	n.a.	MS	43 ; 55 ; 41 ; 81 ; 57
Pentadecan-3-yl-2-methoxyacetate		61,9	1327	0,039 ^{IST}	nd	nd	n.a.	MS	43 ; 125 ; 85.1 ; 57.1 ; 83
Z-(13,14-Epoxy) tetradec 11-en-1-ol acetate		69,6	1394	nd	0,107 ^{IST}	nd	n.a.	MS	43 ; 97 ; 69 ; 55 ; 41
Isopentyl octanoate		72,9	1435	nd	0,056 ^{IST}	nd	Sucré, fruit, cire ³ [125] ²⁰	MS	70 ; 127 ; 71 ; 43 ; 57
11,13-Dimethyl-12-tetradecen-1-ol acetate		73,4	1442	0,006 ^{IST}	nd	nd	n.a.	MS	69 ; 43 ; 95 ; 83 ; 82
2-Phenylethyl octanoate		75,7	1473	nd	nd	0,003 ^{IST}	n.a.	MS	104 ; 105 ; 57 ; 43 ; 41
Benzoic acid, 3-acetoxy-4-methoxy, methyl ester		77,1	1491	nd	nd	0,008 ^{IST}	n.a.	MS	151 ; 182 ; 123 ; 79 ; 183
3-(Octadecyloxy) propyl stearate		82,7	1584	0,027 ^{IST}	nd	nd	n.a.	MS	71 ; 57 ; 43 ; 58 ; 55
Phthalic acid, hept-4-yl isobutyl ester		94,6	1847	nd	nd	0,066 ^{IST}	n.a.	MS	149 ; 150 ; 223 ; 57 ; 167
Dibutyl phtalate		98,2	1941	nd	nd	0,220 ^{IST}	n.a.	MS	149 ; 150 ; 41 ; 76 ; 104

Tableau 3.3- 25. Lactones identifiées dans le moût 2017 et les vins monocépages de Solaris 2016 et 2017 du domaine du Chapitre

Lactones	Structure chimique	Tr (min)	IR CP- Sil 5 CB	Moût 2017	Concentration (ppm) Vin 2016	Vin 2017	Odeur [Threshold (ppm)] <i>Info. de la littérature</i>	Odeur (GC-O) [FD] Vin	Identification	Ions maj. (m/z)
Gamma-Palmitolactone		62,3	1330	0,029 ^{IST}	nd	nd	n.a.		MS	85 ; 55; 43; 69; 41
γ -Nonalactone <i>Nonano-1,4-lactone</i> E8 <i>Aldehyde</i> <i>C-18 (so-called)</i>		-	1337	[0,001 ^{IST}]	[nd]	[0,005 ^{IST}]	Noix de coco, crème, cire, sucré, beurre, huile [0,03] ²⁰		[SIM]	85 ; 29; 41; 43; 27
γ -Decalactone <i>Decano-1,4-lactone</i> E6		-	1444	[0,001^{IST}]	[0,003^{IST}]	[0,001^{IST}]	Fruité, fais, huile, cire, pêche, noix de coco, beurre, sucré [0,0007] ²⁰		[SIM]	85 ; 128
δ -Decalactone <i>Decano-1,5-lactone</i> E3		-	1473	[nd]	[0,001 ^{IST}]	[d]	Noix de coco, frais, sucré, huile, fruité, pêche, crème, lait		[SIM]	99 ; 114
δ -Dodecalactone E4		-	1696	[nd]	[nd]	[d]	Tropical, frais, sucré, métallique, pêche, huile, noix de coco, beurre		[SIM]	99 ; 114

- *Aromatiques et hétérocycles*

Le furanéol est présent dans le vin 2017 à hauteur de 3 fois son seuil de perception, mais n'est pas détecté dans le vin 2016, ni dans le moût (*figure 3.3-20*).

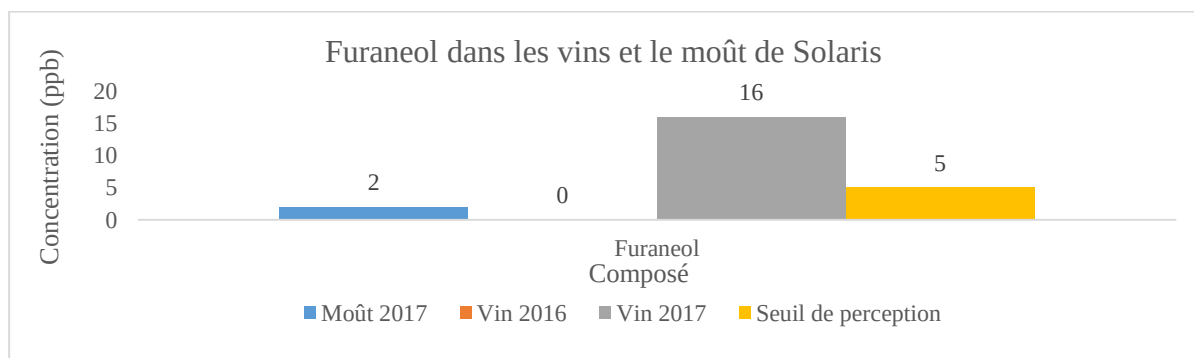
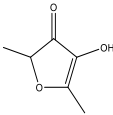
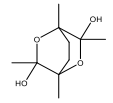
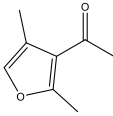
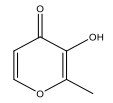
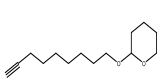
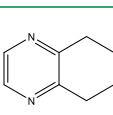
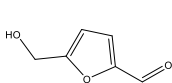
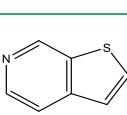
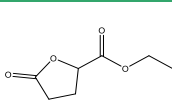
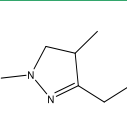
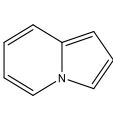
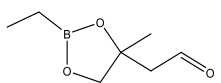
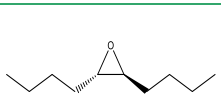
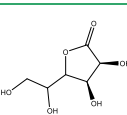
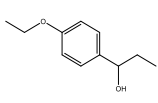
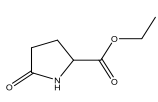
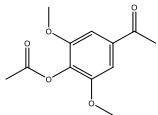
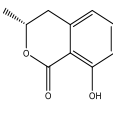
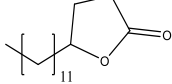
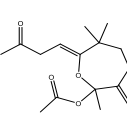
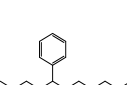


Figure 3.3- 20. Concentration en furanéol dans les échantillons de moût (2017) et de vins (2016, 2017) monocépages de Solaris du domaine du Chapitre

Tableau 3.3- 26. Aromatiques et hétérocycles identifiés dans le moût 2017 et les vins monocépages de Solaris 2016 et 2017 du domaine du Chapitre

Aromatiques + hétérocycles (N,O,S)	Structure chimique	Tr (min)	IR CP-Sil 5 CB	Moût 2017	Concentration (ppm) Vin 2016	Vin 2017	Odeur [Threshold (ppm)] <i>Info. de la littérature</i>	Odeur (GC-O) [FD] Vin	Identification	Ions maj. (m/z)
2-Ethyl-oxetane		6,7	656	nd	nd	0,006 ^{IST}	n.a.		MS	57; 41; 56; 43; 42
2-Ethylfuran C11		7,2	691	0,016	nd	nd	Chimique ¹		MS, IR	81; 53; 96; 39; 41; 81;
2,4-Dimethylfuran		7,5	705	0,031 ^{IST}	0,093 ^{IST}	nd	Caramel ⁴		MS	96; 67; 95; 53; 41
Pyrazine B45		-	732	[nd]	[0,539 ^{IST}]	[nd]	Noisette ⁵	[0, 3, 9] 2017 LD, PAF	[SIM]	80; 53; 26; 52; 51
2-Methyl-4-propyl oxetane		9,3	761	nd	nd	0,001 ^{IST}	n.a.		MS	55; 43; 41; 42.1; 70.1
(2,3,3-Trimethyloxiranyl) methanol		9,8	776	nd	nd	0,002 ^{IST}	n.a.		MS	43; 59; 57; 41; 31
2-Methylpyrazine B30		-	807	[d]	[d]	[d]	Brûlé, roti, herbeux ²⁰ [60-100] ²⁰		[SIM]	94; 67; 40; 53; 39
Furfural Furan-2-carbaldehyde C7		11,0	808	nd [d]	nd [0,001 ^{IST}]	0,013 [0,010 ^{IST}]	Amande [2-23]		MS, IR [SIM]	96; 95; 39; 38; 29
Furfurol Furan-2-ylmethanol C8		12,1	829	[0,020 ^{IST}]	nd [0,003 ^{IST}]	nd [d]	Brulé [8] ³		MS, IR	96; 95; 39; 38; 29
Oxime, methoxy-phenyl methyl (Z)-N- hydroxybenzenecarboximidate		14,1	867	0,030 ^{IST}	nd	nd	n.a.		MS	133; 151; 135; 73; 42
2,5-Dimethylpyrazine B9		-	895	[d]	[d]	[d]	Chocolat, noisettes grilles ²³ [0,800] ²³		[SIM]	42; 108; 39; 40; 81
2,6-Dimethylpyrazine B10		-	895	[d]	[tr]	[d]	Chocolat ²³ [0,200] ²³		[SIM]	108; 42; 40; 39; 38
2,3-Dimethylpyrazine B6		-	905	[nd]	[nd]	[d]	Noisette, cacaHuète, café ⁵ [2,500] ²³		[SIM]	67; 108; 40; 42; 26
5-Methylfurfural C13		-	937	[nd]	[tr]	[d]	Sucré, caramel, pain grille, café		[SIM]	110; 109; 53; 27; 39
3-Thiophenecarboxaldehyde		21,6	973	0,034 ^{IST}	nd	nd	n.a.		MS	111; 112; 39; 83; 45
2,3,5-Trimethylpyrazine B3		-	986	[d]	[tr]	[d]	Nutty ²³ [0,400] ²³		[SIM]	42; 122; 39; 81; 40
2(3H)-Furanone,5- ethenyldihydro-5-methyl		24,4	1007	nd	nd	0,002 ^{IST}	n.a.		MS	111; 55; 43; 71; 67
Tetrahydro-2H- pyran-2-one		24,5	1008	nd	nd	0,001 ^{IST}	Caramel ^{21]}		MS	42; 41; 56; 27; 39
p-Toluenesulfonic acid O10		25,6	1019	d	0,130 ^{IST}	nd	Pas d'odeur ¹		MS	91; 172; 107; 65; 108
7-(Tetrahydro-2H-pyran-2- yloxy)-2-octyn-1-ol		26,1	1023	0,015 ^{IST}	nd	nd	n.a.		MS	85; 55; 41; 67; 43

Furaneol C4		-	1026	[0,002 ^{IST}]	[nd]	[0,016 ^{IST}]	Fraise, sucre grillé, barbe à papa [0,005] ²⁰	[SIM]	43; 57; 128; 85; 29
1,3,4,6-Tetramethyl-2,5-dioxabicyclo[2.2.2]octane-3,6-diol		28,0	1042	0,009 ^{IST}	0,066 ^{IST}	nd	n.a.	MS	43; 85.1; 58; 69; 44
3-Acetyl-2,4-dimethylfuran		31,2	1073	0,006 ^{IST}	0,033 ^{IST}	nd	Noisette, cacao ⁵	MS	123; 138; 43; 41; 39
Maltol C2		-	1088	[nd]	[d]	[d]	Caramel [35]	[SIM]	126; 71; 43; 55; 97
8-Nonyl-1-ol tetrahydropyran-2-yl ether		39,0	1142	nd	nd	0,006 ^{IST}	n.a.	MS	85; 101; 41; 55; 81
2,3-Diethylpyrazine B5		-	1151	[tr]	[tr]	[nd]	Terre, pomme de terre, noisette ⁵	[SIM]	121; 136; 135; 80; 39
5-Hydroxymethylfurfural C12		-	1189	[d]	[0,001 ^{IST}]	[0,001 ^{IST}]	Buttery, Caramel	[SIM]	97; 126; 41; 39; 69
Thieno [2,3-c] pyridine		46,9	1207	1,200 ^{IST}	nd	nd	n.a.	MS	135; 63; 108; 45; 136
Ethyl 5-oxotetrahydrofura-2-carboxylate		52,3	1249	nd	0,190 ^{IST}	0,087 ^{IST}	n.a.	MS	85; 29; 27; 86; 57
Ethyl-1,4-dimethyl-4,5-dihydro-1H-pyrazole		53,0	1255	0,021 ^{IST}	d	nd	n.a.	MS	111; 43; 126; 44; 125.1
Indolizine		54,7	1268	0,011 ^{IST}	d	0,001 ^{IST}	Naphtalène [/] ³	MS	117; 90; 89; 63; 116
(2-Ethyl-4-methyl-1,3,2-dioxaborolan-4-yl)-ethanone		55,1	1271	0,010 ^{IST}	0,307 ^{IST}	nd	n.a.	MS	113; 57; 43; 112; 28
trans-5,6-Epoxydecane		57,4	1290	nd	nd	0,001 ^{IST}	n.a.	MS	57; 69; 41; 43; 99
d-Talonic acid lactone		63,3	1340	nd	nd	0,009 ^{IST}	n.a.	MS	73; 43; 61; 60; 44
1-(4-Ethoxyphenyl)propan-1-ol		64,5	1354	nd	nd	0,010 ^{IST}	n.a.	MS	151; 95; 77; 123; 39
2-Pyrrolidinecarboxylic acid-5-oxo-, ethyl ester		69,3	1392	nd	nd	0,045 ^{IST}	n.a.	MS	84; 41; 28; 56; 29
4-Acetyl-2,6-dimethoxyphenyl acetate		72,7	1433	nd	nd	0,010 ^{IST}	n.a.	MS	181; 182 ; 196; 43; 153
Mellein 8-Hydroxy-3-methyl-3,4-dihydroisochromen-1-one		79,1	1523	nd	nd	0,001 ^{IST}	n.a.	MS	134; 178; 51; 78; 160
2(3H)-Furanone, 5-dodecyldihydro		81,1	1557	nd	nd	0,011 ^{IST}	n.a.	MS	85; 55; 43; 69; 41
Acetic acid, 2,6,6-trimethyl-3-methylene-7-(3-oxobutylidene)oxepan-2-yl ester		84,3	1615	nd	nd	0,006 ^{IST}	n.a.	MS	43; 177; 135; 79; 41
1-Butylheptyl benzene		85,2	1633	nd	nd	0,005 ^{IST}	n.a.	MS	91; 105; 147; 92; 175

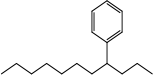
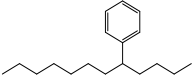
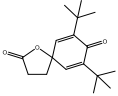
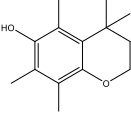
1-Propyloctyl benzene		85,8	1645	nd	nd	0,005 ^{IST}	n.a.	MS	91 ; 133 ; 105; 92; 189
1-Butyloctyl Benzene		89,9	1733	nd	nd	0,010 ^{IST}	n.a.	MS	91 ; 147 ; 189; 105; 92
7,9-Di-tert-butyl-1-oxaspiro(4,5)deca-6,9-diene-2,8-dione		97,0	1908	nd	nd	0,026 ^{IST}	n.a.	MS	57; 205 ; 55; 175 ; 217
Benzo[b]dihydropyran, 6-hydroxy-4,4,5,7,8-pentamethyl		101,4	2027	nd	nd	0,057 ^{IST}	n.a.	MS	220 ; 205 ; 43; 221; 41

Tableau 3.3- 27. Halogènes identifiés dans le moût 2017 et les vins monocépages de Solaris 2016 et 2017 du domaine du Chapitre

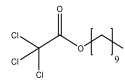
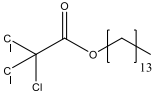
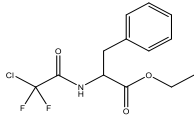
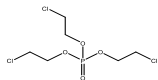
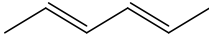
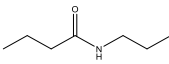
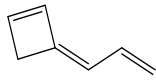
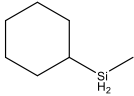
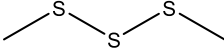
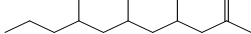
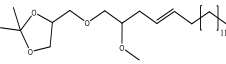
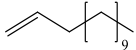
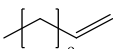
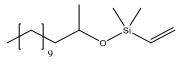
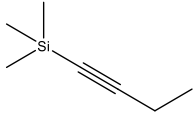
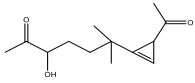
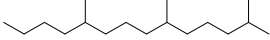
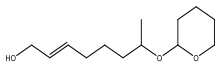
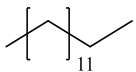
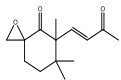
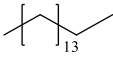
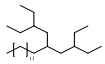
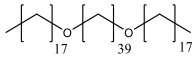
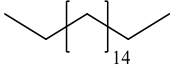
HALOGENES	Structure chimique	Tr (min)	IR CP-Sil 5 CB	Moût 2017	Concentration (ppm) Vin 2016	Vin 2017	Odeur [Threshold (ppm)] Info. de la littérature	Odeur (GC-O) [FD] Vin	Identification	Ions maj. (m/z)
Decyl trichloro-acetate		11,7	821	0,011 ^{IST}	nd	nd	Ether ⁸		MS	43; 55; 41; 57; 71
1,1,2,2-Tétrachloroéthane J101		15,4	891	0,262 ^{IST}	0,375 ^{IST}	nd	Solvant, chlore ³ [1,5] ¹		MS	83; 85; 95; 60; 61
Tetradecyl trichloroacetate		44,6	1188	0,010 ^{IST}	d	nd	Sucré [/] ¹		MS	55; 57; 69; 43; 83
DL-Phenylalanine, N-chlorodifluoroacetyl-ethyl, ester		72,0	1424	nd	nd	0,033 ^{IST}	n.a.		MS	91; 176; 131; 148; 103
Tri (2-chloroethyl) phosphate		89,2	1717	nd	nd	0,012 ^{IST}	(retardant pour le feu)		MS	63; 249; 143; 251; 205

Tableau 3.3- 28. Autres composés identifiés dans le moût et les vins monocépages de Solaris 2016 et 2017 du domaine du Chapitre

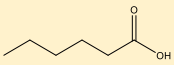
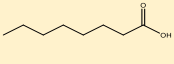
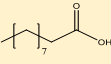
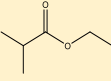
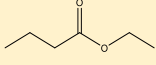
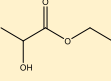
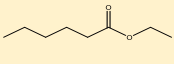
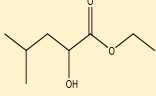
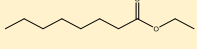
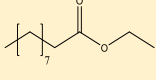
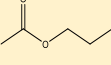
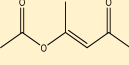
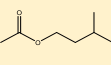
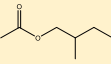
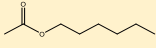
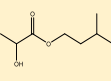
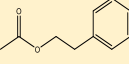
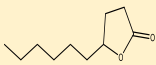
AUTRES	Structure chimique	Tr (min)	IR CP-Sil 5 CB	Moût 20157	Concentration (ppm) Vin 2016	Vin 2017	Odeur [Threshold (ppm)] Info. de la littérature	Odeur (GC-O) [FD] Vin	Identification	Ions maj. (m/z)
2,4-Hexadiene		5,7	471	0,114 ^{IST}	nd	nd	Pétrole ⁹		MS	67; 82; 41; 39; 54
Cyclohexane S23		6,6	650	0,995 ^{IST}	nd	nd	Solvant [25] ¹		MS	56; 84; 41; 55; 69
N-propyl-butylamide		8,7	742	nd	0,081 ^{IST}	nd	n.a.		MS	43; 30; 71; 41; 101
2-Propenylidene-cyclobutene		9,3	760	0,293 ^{IST}	nd	nd	n.a.		MS	91.1; 92; 85; 43; 100
Cyclohexylmethylsilane		14,3	871	0,006 ^{IST}	nd	nd	n.a.		MS	57; 82; 67; 55; 54
Dimethyltrisulfide (DMTS) A32		-	965	[nd]	[nd]	[0,001 ^{IST}]	Ail, oignon ⁵		[SIM]	126; 45; 79; 47; 64
2,4,6,8-Tetramethyl-1-undecene		23,6	1000	nd	nd	d	n.a.		MS	43; 41; 29; 28; 27
Undecane		29,6	1058	nd	nd	0,022 ^{IST}	Piment ²		MS	57; 43; 71; 41; 85
1,3-Dioxolane, 4-[[2-methoxy-4-octadecenyl)oxy)methyl]-2,2-dimethyl-		29,9	1060	nd	0,067 ^{IST}	nd	n.a.		MS	269; 399; 101; 97; 57
1-Tridecene		44,5	1188	nd	nd	0,025 ^{IST}	n.a.		MS	43; 55; 41; 57; 56
1-Dodecene		44,7	1189	d	0,397 ^{IST}	nd	Sucré [/] ⁴		MS	41; 43; 55; 56; 69

2-Dimethyl(ethenyl)silyloxytridecane		48,8	1222	nd	0,050 ^{IST}	nd	n.a.	MS	129 ; 85 ; 87 ; 43 ; 41
1-Butynyltrimethyl silane		55,7	1276	0,039 ^{IST}	nd	nd	n.a.	MS	111 ; 83 ; 43 ; 112 ; 53
2-Heptanone, 6-(3-acetyl-1-cyclopropen-1-yl)-3-hydroxy-6-methyl-, (R*,R*)-		57,0	1286	nd	0,211 ^{IST}	nd	n.a.	MS	43 ; 181 ; 123 ; 95 ; 109
Tetradecane ,2,6,10-trimethyl		58,8	1300	d	0,084 ^{IST}	0,015 ^{IST}	n.a.	MS	57 ; 43 ; 71 ; 85 ; 41
2-Octen-1-ol, 7-[(tetrahydro-2H-pyran-2-yl)oxy]-		61,3	1322	d	0,284 ^{IST}	nd	n.a.	MS	85 ; 109 ; 67 ; 55 ; 41
Tetradecane		70,1	1399	nd	nd	0,023 ^{IST}	n.a.	MS	57 ; 43 ; 71 ; 85 ; 41
5,6,6-Trimethyl-5-(3-oxobut-1-enyl)-1-oxaspiro[2.5]octan-4		74,3	1453	0,007 ^{IST}	d	nd	n.a.	MS	43 ; 41 ; 97 ; 96 ; 123
Hexadecane		83,5	1598	nd	nd	0,038 ^{IST}	n.a.	MS	57 ; 43 ; 71 ; 85 ; 41
7,7-Diethylheptadecane		89,3	1719	nd	nd	0,015 ^{IST}	n.a.	MS	57 ; 71 ; 43 ; 85 ; 99
3-Ethyl-5-(2-ethylbutyl) octadecane		91,2	1763	nd	nd	0,016 ^{IST}	n.a.	MS	43 ; 57 ; 71 ; 85 ; 55
Octadecane,1,1'-[1,3-propanediylbis(oxy)bis		91,6	1772	0,120 ^{IST}	nd	0,056 ^{IST}	Alcool[] ¹	MS	281 ; 57 ; 71 ; 43 ; 85
Octadecane		92,7	1798	nd	nd	0,071 ^{IST}	n.a.	MS	57 ; 43 ; 71 ; 41 ; 85

En résumé nous avons repris au *tableau 3.3-29* l’ensemble des arômes retrouvés au-dessus de leur seuil de perception dans des moûts ou des vins Solaris du domaine du Chapitre. Les arômes variétaux sont en vert tandis que les arômes fermentaires sont en orange.

Tableau 3.3- 29. Arômes présents au-dessus de leur seuil de perception dans le mût 2017et les vins2016 et 2017 de Solaris du domaine du Chapitre

Nom du composé + code KOVATS INBR	Structure chimique	IR (CP-Sil 5 CB)	Concentration (ppm)			Odeur (threshold [ppm])	Méthode d'identification
			Moût 2017	Vin 2016	Vin 2017		
Cétones et aldéhydes							
β -Damascenone (E)-1-(2,6,6-trimethylcyclohexa-1,3-dien-1-yl)but-2-en-1-one F9		1376	[tr]	3,683 [0,001 ^{IST}]	0,407 [0,001 ^{IST}]	Compote de pomme, pêche [5.10 ⁻⁴]	MS, [SIM], O
Hexanal Caproaldehyde J76		779	0,791	nd	nd	Herbe, gras ¹ [0,35]	MS, IR
2-Hexenal J14		829	1,756	nd	nd	Solvant ¹ , vert, banane [0,017] ^{5,6}	MS, IR
(E-E)-2,4-hexadienal		884	0,023 ^{IST}	nd	nd	Verdure, agrumes [0,002] ^{3,7}	MS
Phenylacetaldehyde G68		1022	[0,002 ^{IST}]	[0,007 ^{IST}]	[0,002 ^{IST}]	Miel, sucré, floral ⁶ [0,001] ⁵	[SIM], O
Nonanal J77		1085	6,094	nd	0,350	Gras, citron, vert [0,0007] ¹¹	MS, IR, O
Acetylacetone Pentane-2,4-dione J213		773	0,087	1,027	nd	Doux [0,01] ³	MS, IR
Alcools primaires, secondaires et tertiaires							
3-Methylbutan-1-ol K20		717	0,284 [0,001 ^{IST}]	44,082 [24,0 ^{IST}]	32,327 [31,13 ^{IST}]	Whiskey, malt, brûlé [30] ¹	MS, IR, [SIM]
2-Methylbutan-1-ol K12		721	0,194	nd	nd	Malt [0,045] ³	MS, IR
2-Hexen-1-ol, (E)		846	3,640	nd	nd	Verdure, feuille, noix [0,40] ³	MS
1-Hexanol J210		848	6,347 [0,020 ^{IST}]	6,953 [0,963 ^{IST}]	4,179 [0,023 ^{IST}]	Résine, herbe coupée [1,620] ^{3,5}	MS, IR, [SIM]
Methionol 3-Methylthio)propan-1-ol A33		952	[0,002 ^{IST}]	0,839 [0,574 ^{IST}]	coélution [0,480 ^{IST}]	Radis [0,171] ¹	MS, IR, [SIM]
β -Phenylethanol 2-phenylethan-1-ol G65		1094	0,198 [0,068 ^{IST}]	17,460 [12,56 ^{IST}]	5,603 [6,477 ^{IST}]	Miel, épicé, rose, lilas [10] ⁵	MS, IR, [SIM], O
1-Octen-3-ol J176		967	[0,001 ^{IST}]	[0,045 ^{IST}]	[0,079 ^{IST}]	Terreux, champignons [less than 1ppb]	[SIM], O
4-Vinylguaiacol G99		1069	nd [0,001 ^{IST}]	nd [0,001 ^{IST}]	0,074 [d]	Sarrasin [0,010] ⁵	MS, [SIM]
Acides							
Butanoic acid J36		757	nd [d]	0,511 [nd]	0,728 [d]	Rance, Transpiration, fromage [0,17] ³	MS, IR, [SIM]
3-Methyl butanoic acid K25		812	d [d]	0,162 [0,003 ^{IST}]	0,369 [0,009 ^{IST}]	Fromage, sueur ¹ [0,12]	MS, IR, [SIM], O

Hexanoic acid J72		961	0,090 [0,001 ^{1ST}]	6,950 [0,025 ^{1ST}]	4,158 [0,002 ^{1ST}]	Transpiration, fromage [0,42] ¹	MS, [SIM]
Octanoic acid J42		1163	nd [tr]	17,929 [0,469 ^{1ST}]	6,084 [0,570 ^{1ST}]	Transpiration, fromage [0,50] ¹	MS, IR,[SIM]
Decanoic acid J37		1358	nd [nd]	15,214 [nd]	5,524 [0,047 ^{1ST}]	Rance, gras [1,0] ⁵	MS, IR, [SIM]
Esters et lactones							
Ethyl isobutanoate K76		773	nd [nd]	nd [0,005 ^{1ST}]	0,030 [0,006 ^{1ST}]	Fruité, ananas, fraise [0,015] ²¹	MS, IR, [SIM]
Ethyl butanoate J55		779	nd [0,001 ^{1ST}]	0,900 [0,100 ^{1ST}]	0,648 [0,257 ^{1ST}]	Fruit ⁵ [0,020]	MS, IR, [SIM], O
Ethyl-lactate J156		795	nd [d]	35,746 [7,75]	10,969 [3,562 ^{1ST}]	Fruit ⁵ [14] ³	MS, IR, [SIM]
Ethyl caproate Ethyl hexanoate J60		979	nd [d]	2,248 [0,373]	0,964 [0,397]	Pomme verte [0,014] ⁵	MS, IR, [SIM], O
Ethyl 2-hydroxy-4-methylpentanoate K111		1039	nd	0,139	0,056	Fruits rouges, mûre ³ [0,051] ²¹	MS, IR
Ethyl octanoate Ethyl caprilate J159		1180	nd [nd]	8,806 [0,622 ^{1ST}]	1,025 [0,584 ^{1ST}]	Fruit, gras [0,005] ³	MS, IR, [SIM], O
Ethyl decanoate Ethyl caprate J57		1384	nd [0,001 ^{1ST}]	0,874 [0,236 ^{1ST}]	0,260 [0,203 ^{1ST}]	Raisin [0,200] ³	MS, IR, [SIM], O
Propyl acetate J89		698	nd	1,323	nd	Doux, fruit [0,21] ¹	MS, IR, O
Isobutyl acetate K26		754	[0,003 ^{1ST}]	0,838 [0,013 ^{1ST}]	nd [0,032 ^{1ST}]	Fruit, pomme, banane [0,066] ¹	MS, IR, [SIM]
Isoamyl acetate K40		854	nd [d]	7,321 [0,574 ^{1ST}]	1,050 [0,374 ^{1ST}]	Banane, pomme [0,03] ³	MS, IR, [SIM], O
2-Methylbutyl acetate K17		857	nd	0,477	nd	Fruit [0,001]	MS, IR
Hexyl acetate		994	0,007 ^{1ST}	0,580 ^{1ST}	0,149 ^{1ST}	Amande, poire [0,002] ³	MS, IR, O
Isoamyl lactate		1051	nd	0,097	nd	Fruit, crème, noisette [0,03] ³	MS, IR
2-Phenylethyl acetate G59		1233	nd	0,549	0,041	Rose, miel, tabac ³ [0,25] ⁵	MS, IR
γ-Decalactone Decano-1,4-lactone E6		1444	[0,001 ^{1ST}]	[0,003 ^{1ST}]	[0,001 ^{1ST}]	Fruité, frais, huileux, cireux, pêche, noix de coco, beurré, sucré [0,0007] ²⁰	[SIM]
Aromatiques et hétérocycles							
Furaneol C4		1026	[0,002 ^{1ST}]	[nd]	[0,016 ^{1ST}]	Fraise, sucre grillé, barbe à papa [0,005] ²⁰	[SIM]

3.3.1.2.2. Moût 2017 et vin monocépages de Chardonnay 2017

Les *tableaux 3.3-56 à 68* ci-dessous reprennent les différentes molécules, par famille, identifiées dans les vins monocépages de Chardonnay et le moût 2017 du domaine du Chapitre.

- *Terpénoïdes et dérivés des caroténoïdes*

Comme pour tous les vins analysés dans ce mémoire, pour la plupart de Solaris, nous retrouvons la β -damascénone (*figure 3.3-21*) au-dessus de son seuil de perception (elle est détectée mais non quantifiable dans le moût).

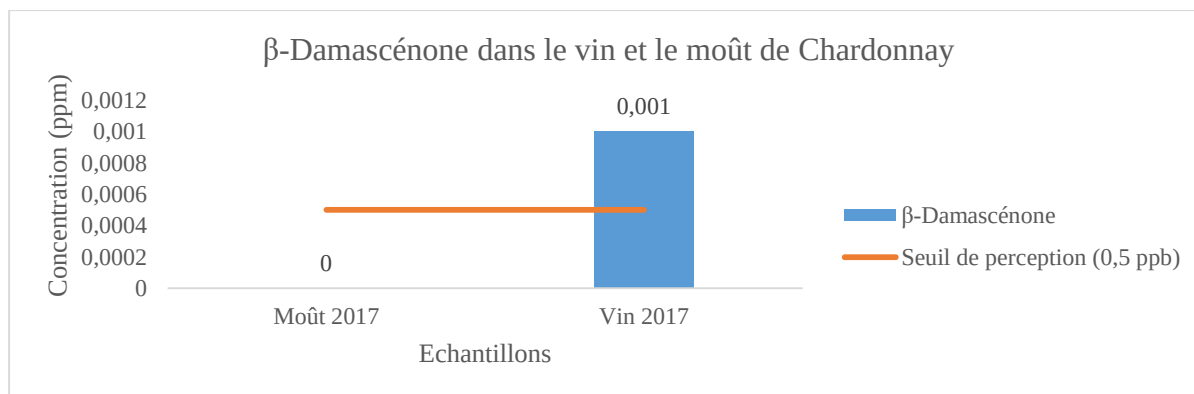


Figure 3.3- 21. Concentration en β -damascénone dans les échantillons de moût (2017) et de vin (2017) monocépages de Chardonnay du domaine du Chapitre

- *Composés de dégradation du théaspirane*

Retrouvée dans les différents vins de Solaris étudiés, la 4-hydroxy-7,8-dihydro- β -ionone (arôme de grenadine) a également été retrouvée dans le vin monocépage de Chardonnay du domaine du Chapitre (1 ppb). Elle est cependant le seul quantifié via le programme SIM spécifique aux composés de dégradation du théaspirane (§2.8) dans ce vin.

Tableau 3.3- 30. Terpénoïdes identifiés dans le moût et le vin monocépages de Chardonnay 2017 du domaine du Chapitre

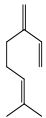
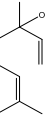
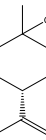
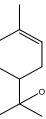
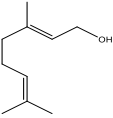
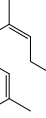
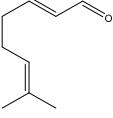
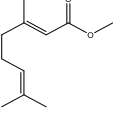
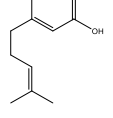
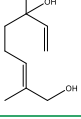
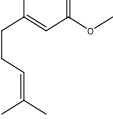
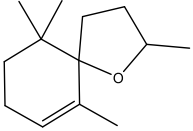
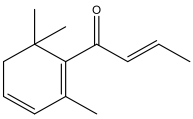
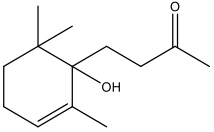
Terpénoïdes	Structure chimique	Tr (min)	IR CP-Sil 5 CB	Concentration (ppm)		Odeur [Threshold (ppm)] Info. de la littérature	Odeur (GC-O) [FD] Vin	Identification	Ions maj. (m/z)
				Moût	Vin				
Myrcene 7-Methyl-3-methyleneocta-1,6-diene D37		-	986	[d]	[d]	Poivré, terpénique, épicé		[SIM]	41; 93; 69; 39; 27
Linalool 3,7-Dimethylocta-1,6-dien-3-ol D20		32,6	1087	0,004 [0,001 ^{IST}]	0,007 [0,003 ^{IST}]	Fruité, agrumes [0,025]		MS,IR, [SIM]	71; 93; 55; 43; 41
Limonene epoxyde (4R)-1-Methyl-4-(prop-1-en-2-yl)-7-oxabicyclo [4.1.0] heptane D23		-	1171	[nd]	[0,040 ^{IST}]	Citron		[SIM]	43; 67; 41; 93; 109
α-Terpineol 2-(4-Methylcyclohex-3-en-1-yl)propan-2-ol D28		42,5	1171	[d]	[0,002 ^{IST}]	Floral, orange moisie [0,25]		MS, [SIM]	59; 93; 121; 136; 67
Geraniol (E)-3,7-Dimethylocta-2,6-dien-1-ol D35		-	1209	[nd]	[nd]	Rose, agrumes, épicés [0,03]		[SIM]	69; 41; 68; 67; 93
Nerol 3,7-Octadiene-2,6-diol,2,6-dimethyl D32		-	1215	[nd]	[d]	Rose [0,3]		[SIM]	69; 41; 93 ; 68; 67
Geranial (E)-3,7-Dimethylocta-2,6-dienal D33		-	1255	[nd]	[0,001 ^{IST}]	Agrumes		[SIM]	41; 69; 39; 84; 27
Methyl Geranate Methyl (E)-3,7-dimethylocta-2,6-dienoate D85		-	1313	[d]	[d]	Cire		[SIM]	69; 41; 114; 83; 123
Geranic acid (E)-3,7-Dimethylocta-2,6-dienoic acid D40		-	1328	[nd]	[d]	Verdure		[SIM]	69; 41; 100; 123; 39
8-Hydroxylinalool 2,6-Dimethylocta-2,7-diene-1,6-diol		-	1342	[nd]	[nd]	Citron [0,390] ¹²		[SIM]	43; 71; 67; 41; 55
Geranyl acetate Methyl (E)-3,7-dimethylocta-2,6-dienoate D45		-	1364	[nd]	[0,013 ^{IST}]	Floral		[SIM]	69; 41; 43; 68; 93

Tableau 3.3- 31. Dérivés des caroténoïdes identifiés dans le moût et le vin monocépages de Chardonnay 2017 du domaine du Chapitre

Dérivés des caroténoïdes	Structure chimique	Tr (min)	IR CP-Sil 5 CB	Concentration (ppm)		Odeur [Threshold (ppm)] Info. de la littérature	Odeur (GC-O) [FD] Vin	Identification	Ions maj. (m/z)
				Moût	Vin				
Theaspirane A + B 2,6,10,10-Tetramethyl-1-oxaspiro[4.5]dec-6-ene F59		-	1302-1309	[nd]	[tr]	Camphre, cassis, naphthalène		[SIM]	94; 123; 95; 41; 121
β-Damascenone (E)-1-(2,6,6-Trimethylcyclohexa-1,3-dien-1-yl)but-2-en-1-one F9		67,4	1376	[d]	[0,001 ^{IST}]	Compote de pomme, pêche [5.10 ⁻⁴]		MS, [SIM]	69; 121; 41; 105; 190
6-Hydroxy-7,8-dihydro-α-ionone 4-(1-Hydroxy-2,6,6-trimethylcyclohex-2-en-1-yl) butan-2-one F62		-	1396	[nd]	[nd]	Violette, fruits secs [9.10 ⁻⁵] ²⁰		[SIM]	[154; 126]

- Aldéhydes

Dans la famille des aldéhydes, le 2-hexéanal, l'octanal, le nonanal et le décanal sont retrouvés uniquement dans le moût. Le nonanal a été retrouvé à hauteur de 250 fois son seuil de perception tandis que la concentration en 2-hexéanal est 20 fois supérieure à son seuil de perception. L'octanal a une concentration de 1 ppm (seuil à 7.10^{-4} ppm). Ils ont respectivement des odeurs de citron vert, de verdure et d'orange. Le décanal quant-à lui apporte une odeur de savon et de zeste d'orange.

Le phénylacétaldéhyde est présent tant dans le vin que dans le moût (composé détectable mais non quantifiable dans le moût) avec une concentration proche de son seuil de perception (*figure 3.3-22*).

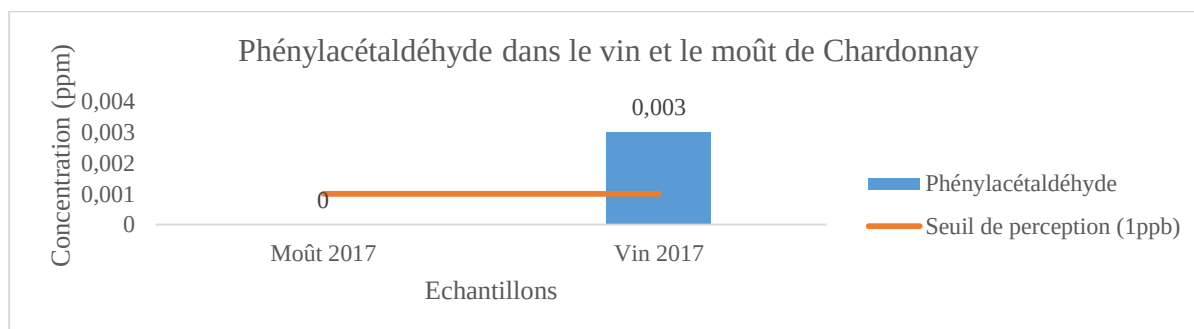


Figure 3.3- 22. Concentration en phénylacétaldéhyde dans les échantillons de moût (2017) et de vin (2017) monocépages de Chardonnay du domaine du Chapitre

Tableau 3.3- 32. Aldéhydes identifiés dans le moût et le vin monocépages de Chardonnay 2017 du domaine du Chapitre

ALDÉHYDES	Structure chimique	Tr (min)	IR CP-Sil 5 CB	Concentration (ppm)		Odeur [Threshold (ppm)] <i>Info. de la littérature</i>	Odeur (GC-O) [FD] Vin	Identification	Ions maj. (m/z)
				Moût	Vin				
3-Hexenal J201		9,7	773	0,015	nd	Herbe		MS, IR	41 ; 69 ; 55 ; 39; 42
Hexanal J76 <i>Caproaldehyde</i>		9,9	779	0,128	nd	Herbe, gras ¹ [0,35]		MS, IR	44 ; 56 ; 41 ; 43 ; 57
2-Hexenal J14		12,0	827	0,348	nd	Solvant ¹ , vert, banana [0,017] ^{5,6}		MS, IR	41 ; 39; 27; 55 ; 42
Methional <i>3-(Methylthio) propanal</i> A1		-	875	[tr]	[d]	Végétal, moisi, toamte, pomme de terre ⁵		[SIM]	48 ; 104 ; 47; 76 ; 45
Benzaldehyde G49		18,8	938	0,007 [d]	nd [0,001 ^{1ST}]	Amande, sucre brulé [2] ¹		MS, IR, [SIM]	77 ; 106 ; 105 ; 51 ; 50
Octanal J79		22,3	983	0,001	nd	Orange, savoneux [0,0007] ²⁰		MS	43 ; 44 ; 41 ; 56 ; 84
Phenylacetaldehyde G68		-	1022	[d]	[0,003^{1ST}]	Miel, sucré, floral ⁶ [0,001] ⁵		[SIM]	91 ; 92; 120 ; 65; 39
Nonanal J77		32,4	1085	0,168	nd	Gras, citron, vert [0,0007] ¹¹		MS, IR	57 ; 41 ; 43 ; 56 ; 44
<i>trans</i> -2-Nonenal J103		-	1141	[d]	[0,002 ^{1ST}]	Gras, vert, concombre, agrumes		[SIM]	43; 55; 70 ; 41; 83
Decanal J48		44,4	1187	0,010	nd	Savon, zeste d'orange, suif (gras) [0,001] ²¹		MS	43 ; 41 ; 57 ; 55 ; 44
Tridecanal		77,4	1495	0,001 ^{1ST}	nd	n.a.		MS	57 ; 43 ; 41 ; 82 ; 55

Tableau 3.3- 33. Cétones identifiées dans le moût et le vin monocépages de Chardonnay 2017 du domaine du Chapitre

CETONES	Structure chimique	Tr (min)	IR CP- Sil 5 CB	Concentration (ppm)		Odeur [Threshold (ppm)] <i>Info. de la littérature</i>	Odeur (GC-O) [FD] Vin	Identification	Ions maj. (m/z)
				Moût	Vin				
2-Pentanone,5,5'-oxybis		5,6	448	d	nd	n.a.		MS	43 ; 85 ; 84 ; 42; 58
2-Methyl-3-butanone <i>1,2-Dimethyl- propionaldehyde</i> K21		6,2	622	0,144	nd	Camphre		MS, IR	43 ; 27; 41 ; 86 ; 39
Acetoin <i>3-Hydroxybutan-2-one</i> J26		7,0	677	0,025	2,296	Beurre, crème [50] ¹		MS, IR	45 ; 43 ; 88 ; 27; 29
2,3-Acetyl propionyl <i>Pentanedione</i> J125		-	705	[tr]	[0,033 ^{1ST}]	Beurre		[SIM]	43; 85; 15; 100 ; 27
4-Méthyl-2-pentanone <i>Isobutyl methyl ketone</i> K53		-	723	[d]	[0,005 ^{1ST}]	Verdure		[SIM]	43; 58; 41; 57; 85
2-Acetylcyclopentanone		29,2	1054	nd	0,030 ^{1ST}	n.a.		MS	43 ; 111 ; 55; 126 ; 83
9,9-Dimethoxybicyclo [3.3.1]nona-2,4-dione		53,9	1262	nd	0,002 ^{1ST}	n.a.		MS	43 ; 57; 55 ; 41; 69
2-Undecanone J21		-	1274	[nd]	[d]	Fromage bleu		[SIM]	58 ; 43; 59; 71 ; 41
2-Dodecanone J131		-	1382	[d]	[0,019 ^{1ST}]	Orange, floral, gras, pêche ³		[SIM]	58; 43; 59 ; 71 ; 41

- *Alcools primaires*

Nous retrouvons dans ce vin de Chardonnay les mêmes alcools primaires que dans les vins Solaris issus des deux domaines. Le 1-hexanol avec son odeur d'herbe coupée est présent en concentration deux fois plus importante que son seuil de perception : 3,7 ppm pour un seuil de 1,6 ppm (*figure 3.3-23*). Ces concentrations sont toutefois deux fois plus faibles que les vins Solaris 2016 et 2017 du même domaine (6,9 et 4,2 ppm). Le β -phényléthanol (*figure 3.3-23*) est juste en dessous de son seuil de perception de 10 ppm. À noter qu'une concentration importante de 1-hexanol est présente dans le moût alors que la β -phényléthanol est absente de cette matrice.

Le 2-hexen-1-ol est le seul alcool primaire à n'être présent que dans le moût de Chardonnay et non dans le vin correspondant. En revanche, dans ce dernier, la concentration en 2-méthylbutan-1-ol est 100 fois plus importante que son seuil de perception. A la différence des vins de Solaris, le vin 2017 de Chardonnay devrait être particulièrement impacté par le côté malté de ce composé.

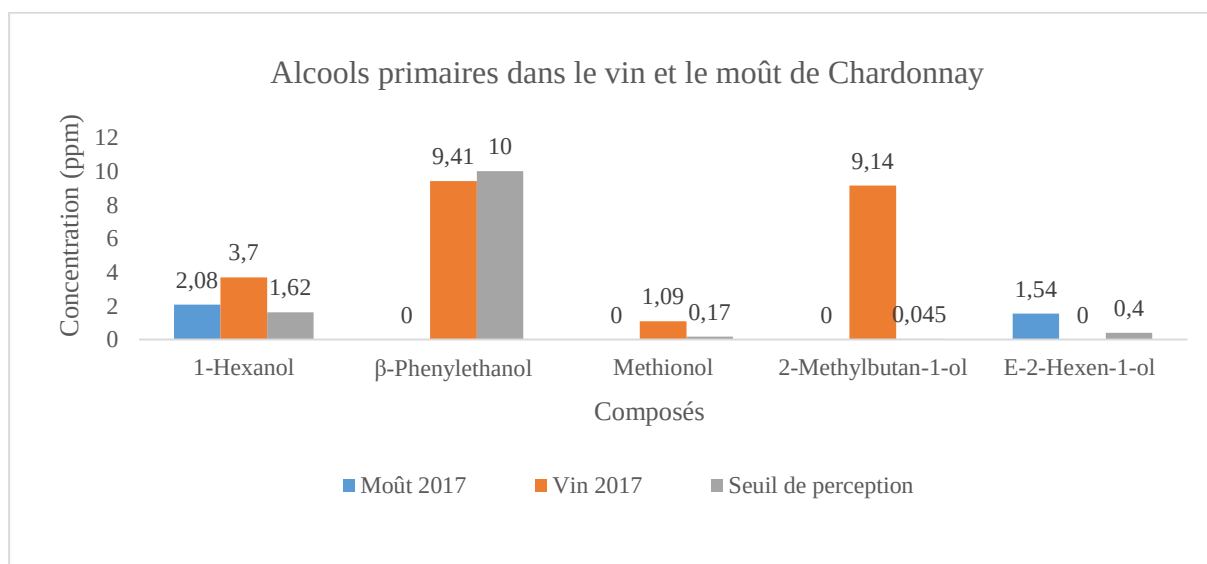


Figure 3.3- 23. Concentration en alcools primaires dans les échantillons de moût (2017) et de vin (2017) monocépages de Chardonnay du domaine du Chapitre

Tableau 3.3- 34. Alcools primaires identifiés dans le moût et le vin monocépages de Chardonnay 2017 du domaine du Chapitre

ALCOOLS ¹ aires	Structure chimique	Tr (min)	IR CP- Sil 5 CB	Concentration (ppm)		Odeur [Threshold (ppm)] Info. de la littérature	Odeur (GC-O) [FD] Vin	Identification	Ions maj. (m/z)
				Moût	Vin				
2-Methylpropan-1-ol <i>Isobutanol</i> K56		5,6	448	nd	3,852 ^{IST}	Vin, solvant, amer [7,0] ³		MS	43; 41; 42; 31; 33
1-Butanol J107		6,2	622	nd	0,345	Médicament, fruit ³ [150]		MS, IR	56; 31; 41; 43; 27
3-Methylbutan-1-ol K20		8,0	721	0,017 [0,004 ^{IST}]	26,633 [23,229 ^{IST}]	Whiskey, malt, brûlé [30] ¹		MS, IR, [SIM]	55; 42; 43; 41; 70
2-Methylbutan-1-ol K12		8,1	724	nd	9,138	Malt [0,045] ³		MS, IR	57; 41; 56; 29; 70
1-Pentanol J7		8,8	746	nd	0,008	Herbier [80] ³		MS	55 ; 70 ; 42 ; 41 ; 57
(E)-2-Penten-1-ol		8,9	749	0,004 ^{IST}	nd	Frais fruit		MS	57; 39; 41; 29; 27
3-Methyl-1-pentanol		12,1	829	nd	0,018 ^{IST}	Herbacé, cacao [50] ³		MS	56; 55; 69; 43; 41
(E)-3-Hexen-1-ol		12,3	833	0,009 ^{IST}	0,030 ^{IST}	Mousse, fraîcheur [0,40] ³		MS	41; 67; 69; 82; 55
3-Hexen-1-ol, (Z) J214		12,5	837	0,169	0,196	Herbe [0,40] ³⁶		MS, IR	67; 41; 39; 55; 82
2-Hexen-1-ol, (E) J217		12,9	844	1,538	nd	Herbier, feuille, noix [0,40] ³		MS	57; 41; 27; 82; 44
1-Hexanol J210		13,1	848	2,081 [0,005 ^{IST}]	3,700 [0,010 ^{IST}]	Résine, herbe coupée [1,620] ^{3,5}		MS, IR, [SIM]	56; 43; 41; 55; 42
(Z)-3-Hepten-1-ol		15,0	884	0,002 ^{IST}	nd	n.a.		MS	55; 41; 81; 39; 54
6-Methyl-1-octanol		17,0	915	0,001 ^{IST}	nd	n.a.		MS	55; 97; 70; 56; 69
Methionol <i>3-Methylthio)propan-1-ol</i> A33		-	954	[d]	1,090 ^{IST}	Radis [0,171] ¹		MS, [SIM]	106; 61; 58; 57; 31
Benzyl alcohol G55		25,1	1014	nd	0,022	Sucré, floral [200] ^{3,6}		MS, IR	79; 108; 107; 77; 51
β-Phenylethanol <i>2-Phenylethan-1-ol</i> G65		33,5	1096	nd [d]	9,41 [11,055 ^{IST}]	Miel, épice, rose, lilas [10] ⁵		MS, IR, [SIM]	91; 92; 65; 122; 39
<i>trans</i> -9-Hexadecen-1-ol		69,2	1391	nd	0,017 ^{IST}	n.a.		MS	41 ; 43 ; 55 ; 57 ; 69
(Z)-2-Dodecenol		69,5	1394	d	nd	n.a.		MS	57; 41; 43; 55; 67
6-Methyl-5-(1-methylethyl)- 5-hepten-3-yn-2-ol		74,6	1458	nd	0,004 ^{IST}	n.a.		MS	151 ; 73 ; 166 ; 60 ; 43
2-Methyl-1-undecanol		82,2	1576	0,003 ^{IST}	0,021 ^{IST}	Floral, cire ³		MS	57; 43; 41; 56; 55
n-Pentadecanol		84,6	1621	0,005 ^{IST}	nd	n.a.		MS	83; 55; 69; 97; 57

- *Alcools secondaires et composés phénoliques*

Parmi les alcools secondaires, le 1-octèn-3-ol (*figure 3.3-24*) dépasse son seuil de perception dans le vin et pourrait donc générer des notes de terre et de champignon.

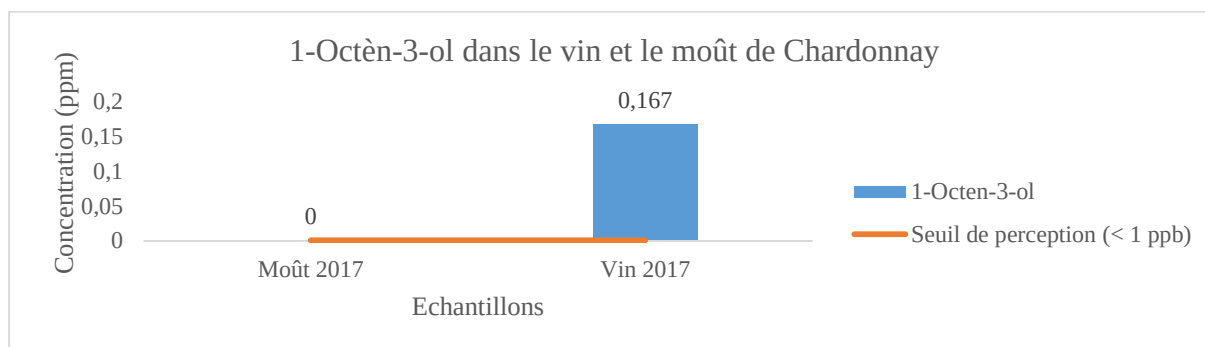
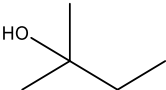
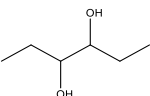
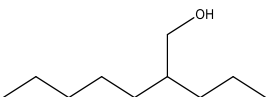
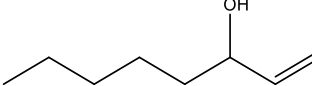
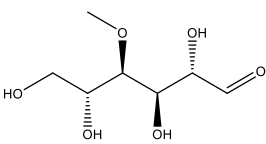
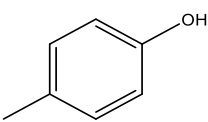
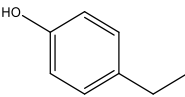
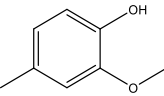
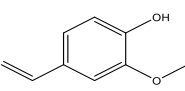
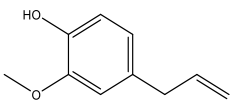
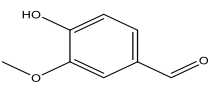
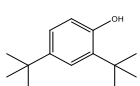
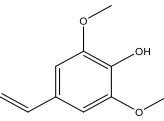
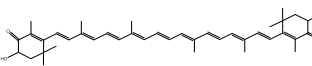


Figure 3.3- 24. Concentration en 1-octèn-3-ol dans les échantillons de moût (2017) et de vin (2017) monocépages de Chardonnay du domaine du Chapitre

Comme dans le vin 2017 Solaris du domaine du Chapitre, nous retrouvons aussi le 4-vinylguaiacol avec son odeur de sarrasin de clou de girofle et de dentiste. C'est un composé connu dans les vins de Chardonnay, mais plutôt dans ceux élevés en fût de chêne. Celui-ci ne l'a pourtant pas été.

Tableau 3.3- 35. Alcools secondaires et tertiaires et phénols identifiés dans le moût et le vin monocépages de Chardonnay 2017 du domaine du Chapitre

ALCOOLS 2ndaires et tertiaires et PHENOLS	Structure chimique	Tr (min)	IR CP-Sil 5 CB	Concentration (ppm)		Odeur [Threshold (ppm)] <i>Info. de la littérature</i>	Odeur (GC-O) [FD] Vin	Identification	Ions maj. (m/z)
				Moût	Vin				
2-Methylbutan-2-ol K58		5,8	494	0,005 ^{IST}	nd	Camphre		MS	59 ; 73 ; 55 ; 43 ; 31
3,4-Hexanediol		9,8	776	nd	0,031 ^{IST}	n.a.		MS	59 ; 58 ; 41 ; 43 ; 27
2-Propyl-1-heptanol		11,6	820	0,003 ^{IST}	nd	n.a.		MS	43 ; 57 ; 71 ; 41 ; 55
1-Octen-3-ol J176		-	967	[d]	[0,167^{IST}]	Terreux, champignons [less than 1ppb]		[SIM]	57 ; 43 ; 72 ; 29 ; 41
4-O-Methylmannose		26,0	1023	nd	1,560 ^{IST}	Sucré		MS	87 ; 74 ; 71 ; 60 ; 45
p-Cresol 4-Methyl-phenol G43		-	1056	[d]	[0,001 ^{IST}]	Phénolique [0,004]		[SIM]	107 ; 108 ; 77 ; 79 ; 51
4-Ethylphenol G36		-	1141	[d]	[nd]	Phenolique, fumée, bacon, jambon ⁵ [0,300]		[SIM]	107 ; 122 ; 77 ; 108 ; 91
4-Methyl-guaiacol 2-Methoxy-4-methylphenol G193		-	1178	[nd]	[d]	Epicé [0,021]		[SIM]	138 ; 123 ; 95 ; 67 ; 55
4-Vinylguaiacol G99		57,9	1294	nd [nd]	0,042^{IST} [d]	Sarrasin [0,010]		MS, [SIM]	135 ; 150 ; 107 ; 77 ; 51
Eugenol 4-Allyl-2-methoxyphenol G23		-	1348	[nd]	[d]	Epicée, boisée [0,006]		[SIM]	164 ; 103 ; 77 ; 149 ; 131
Vaniline G100		-	1377	[nd]	[0,001 ^{IST}]	Vanille [0,2-1,3]		[SIM]	151 ; 152 ; 81 ; 109 ; 123
2,4-Di-tert-butylphenol		77,7	1499	nd	0,045 ^{IST}	n.a.		MS	191 ; 57 ; 41 ; 206 ; 192
4-Vinyl-syringol 2,6-Dimethoxy-4-vinylphenol G121		-	1526	[d]	[nd]	n.a.		[SIM]	[165 ; 180]
Astaxanthin		94,2	1836	nd	0,021 ^{IST}	n.a.		MS	91 ; 105 ; 147 ; 145 ; 133

- Acides

Les arômes des acides (*figure 3.3-25*), retrouvés au-dessus de leur seuil de perception dans ce vin sont décrits par les descripteurs fromage, rance et transpiration. Ils ne sont pas présents (sauf pour l'acide hexanoïque) dans le moût. Comme énoncé précédemment, bien que ces odeurs ne soient pas très alléchantes, les acides butanoïque, hexanoïque et octanoïque contribuent à la fraîcheur et à l'équilibre fruité des arômes des vins (Liu *et al.*, 2015). Bien que ce soient des cépages différents, les concentrations en acides dans les différents vins sont relativement similaires. Le grand changement est que comparé aux vins de Solaris, le vin de Chardonnay ne contient pas de 3-méthylbutanoic acid.

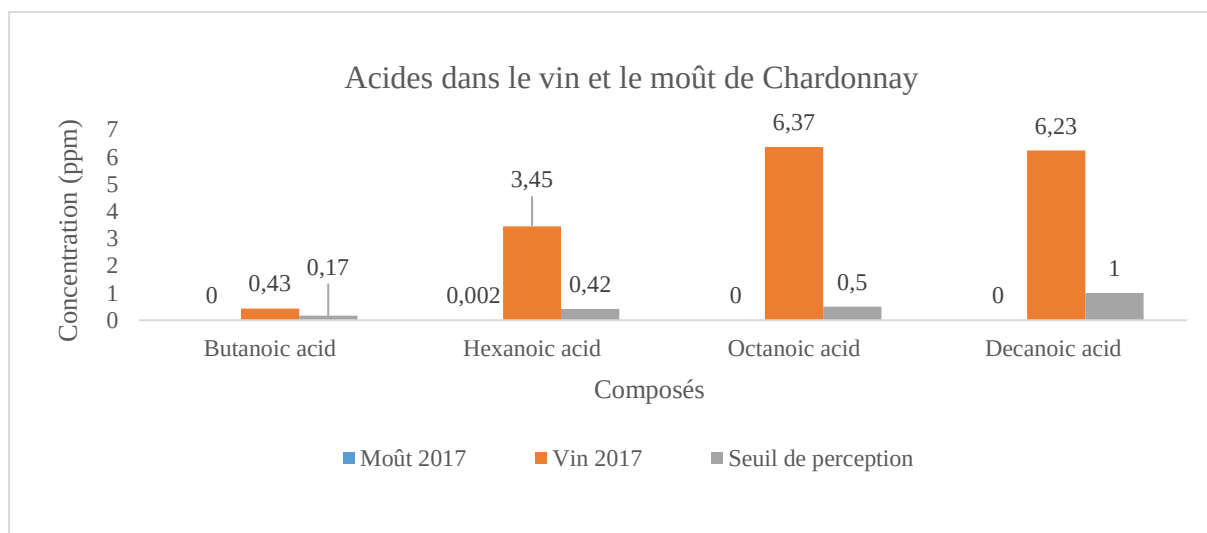
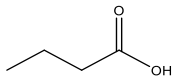
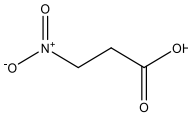
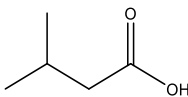
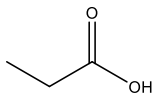
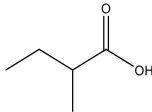
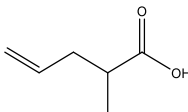
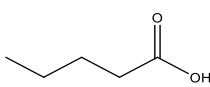
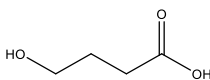
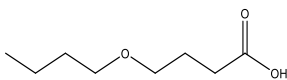
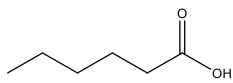
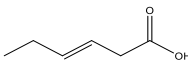
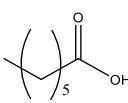
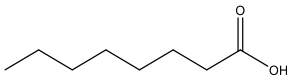
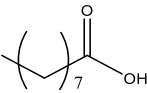
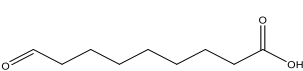
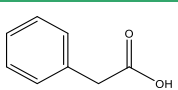
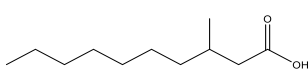
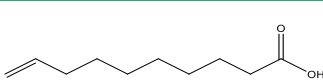
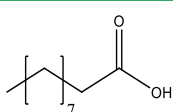
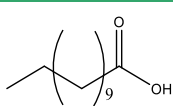
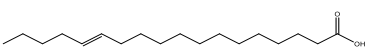


Figure 3.3- 25. Concentration en acides dans les échantillons de moût (2017) et de vin (2017) monocépages de Chardonnay du domaine du Chapitre

Tableau 3.3- 36. Acides identifiés dans le moût et le vin monocépages de Chardonnay 2017 du domaine du Chapitre

ACIDES	Structure chimique	Tr (min)	IR CP- Sil 5 CB	Concentration (ppm)		Odeur [Threshold (ppm)] <i>Info. de la littérature</i>	Odeur (GC-O) [FD] Vin	Identification	Ions maj. (m/z)
				Moût	Vin				
Butanoic acid J36		9,2	758	nd [tr]	0,431 [0,182 ^{IST}]	Rance, Transpiration, fromage [0,17]		MS, IR, [SIM]	60 ; 73 ; 41 ; 43 ; 42
3-Nitropropanoic acid		9,5	767	nd	0,005 ^{IST}	n.a.		MS	45 ; 73 ; 43 ; 55 ; 42
3-Methyl butanoic acid K25		11,1	810	nd [d]	0,012 [0,022 ^{IST}]	Fromage, sueur ¹ [0,12]		MS, IR, [SIM]	60 ; 43 ; 41 ; 45 ; 87
Propanoic acid J88		-	816	[nd]	[d]	Acide, fruité ⁵ [3]		[SIM]	74 ; 28; 45; 29; 73
2-Methyl butanoic acid K18		11,7	822	nd	0,108	Fromage, transpiration [32] ³		MS, IR	74 ; 57 ; 29; 41 ; 27
2-Methyl-4-pentenoic acid		11,7	822	nd	0,032 ^{IST}	Fraise [10]		MS	69 ; 41 ; 39 ; 99 ; 114
Pentanoic acid <i>valeric</i> J85		-	855	[0,819 ^{IST}]	[0,246 ^{IST}]	Fromage, acide, laiteux ⁵ [35 (bière)]		[SIM]	60 ; 73 ; 41 ; 45; 55
4-Hydroxybutanoic acid		14,2	869	0,011 ^{IST}	1,310 ^{IST}	n.a.		MS, IR	42 ; 86 ; 41 ; 56 ; 39
4-Butoxy butanoic acid		17,5	921	nd	0,002 ^{IST}	n.a.		MS	57 ; 87 ; 85 ; 45 ; 41
Hexanoic acid J72		21,0	967	0,002 [nd]	3,453 [0,008 ^{IST}]	Transpiration, fromage [0,42] ¹		MS, [SIM]	60 ; 73 ; 41 ; 43 ; 87
3-Hexenoic acid		22,6	987	nd	0,008 ^{IST}	n.a.		MS	41 ; 43 ; 28 ; 69 ; 39
Heptanoic acid Oenanthic acid J40		-	1050	[nd]	[d]	Cheesy		[SIM]	60 ; 73 ; 41 ; 43; 55
Octanoic acid J42		42,1	1168	nd [nd]	6,368 [1,274 ^{IST}]	Transpiration, fromage [0,50]		MS, IR,[SIM]	60 ; 73 ; 43 ; 41 ; 57
Nonanoic acid J41		52,4	1250	nd	0,006	Acre		MS	60 ; 73 ; 57 ; 41 ; 55
9-Oxononanoic acid		52,8	1254	nd	0,002 ^{IST}	n.a.		MS	73 ; 55 ; 41 ; 83 ; 69
Phenylacetic acid G48		-	1262	[nd]	[nd]	Miel [10]		[SIM]	91 ; 136 ; 92; 65; 39
3-Methyl decanoic acid		56,6	1283	nd	0,009 ^{IST}	n.a.		MS	87 ; 41 ; 43 ; 60 ; 55
9-Decenoic acid		64,1	1347	nd	0,104 ^{IST}	Gras [1] ²⁰		MS	55 ; 69 ; 41 ; 68 ; 60
Decanoic acid J37		65,7	1361	nd [nd]	6,231 [d]	Rance, gras [1,0] ⁵		MS, IR, [SIM]	60 ; 73 ; 41 ; 43 ; 57
Dodecanoic acid J38		-	1544	[nd]	[d]	Savon ¹⁷ [0,600] ¹⁷		[SIM]	73 ; 60; 43; 41 ; 57
<i>trans</i> -13- Octadecenoic acid		81,0	1556	nd	0,010 ^{IST}	n.a.		MS	69 ; 73 ; 60 ; 43 ; 55

- Esters d'éthyle et autres esters

Le 2-hydroxy-4-méthylpentanoate d'éthyle a été également retrouvé dans le vin de Chardonnay 2017, à des concentrations trois fois supérieures à son seuil de perception. Il devrait donc impacter ce vin par synergie en augmentant les perceptions des arômes fruités des autres esters (Lytra *et al.*, 2012).

Aucun des esters d'éthyle n'est retrouvé dans le moût. Ces esters d'éthyle, fruits de la vinification, sont de même nature que ceux retrouvés dans les vins monocépages de Solaris.

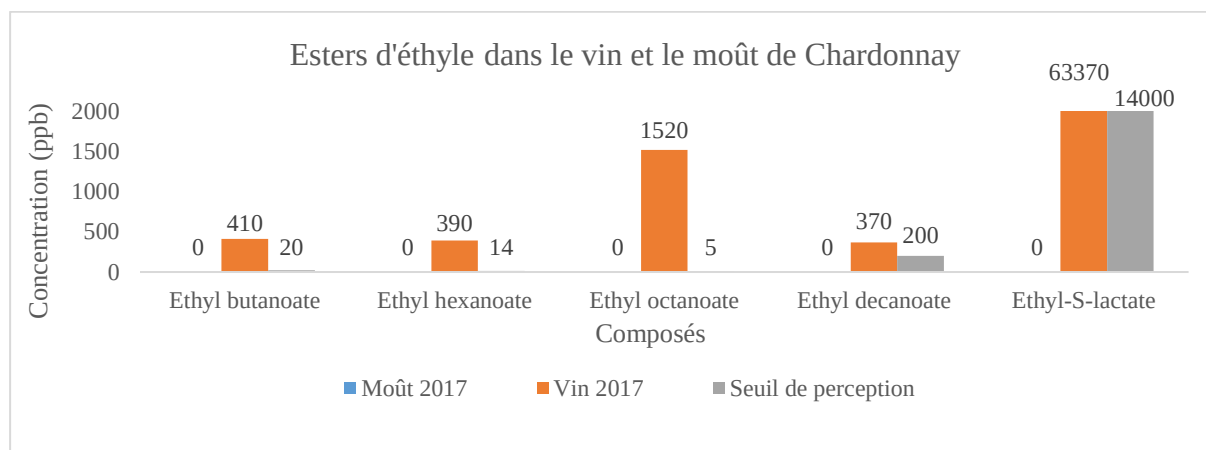


Figure 3.3- 26. Concentration en esters d'éthyle dans les échantillons de moût (2017) et de vin (2017) monocépages de Chardonnay du domaine du Chapitre

Par contre nous retrouvons ici seulement 4 des esters d'alcools supérieurs discutés dans les vins Solaris. Ils sont bien au-dessus de leur seuil de perception et devraient considérablement impacter le profil aromatique du vin Chardonnay 2017 du domaine du Chapitre. En plus des arômes de fruits qu'apportent l'isobutyl acetate et l'isoamyl acetate, nous devrions ressentir des notes d'amande et de poire provenant de l'hexyl acetate et un côté crémeux et de noisette généré par l'isoamyl lactate. L'analyse sensorielle du vin Chardonnay 2017 du domaine du Chapitre (§3.2-6) a révélé des odeurs de poire au premier nez.

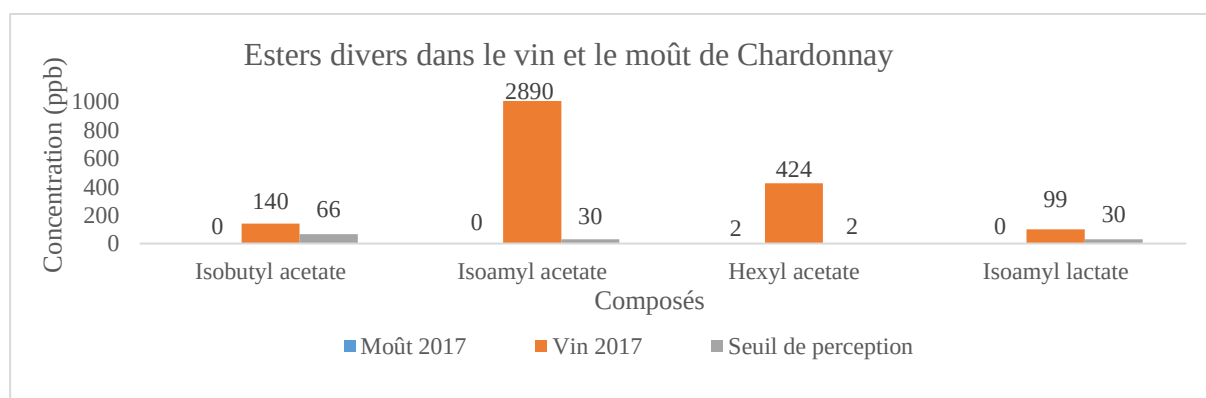


Figure 3.3- 27. Concentration en divers esters dans les échantillons de moût (2017) et de vin (2017) monocépages de Chardonnay du domaine du Chapitre

- Lactones

La γ -déalactone a été trouvée dans le vin à une concentration à hauteur de son seuil de perception (1 ppb pour un seuil de 0,7 ppb).

Tableau 3.3- 37. Esters d'éthyle identifiés dans le moût et le vin monocépages de Chardonnay 2017 du domaine du Chapitre

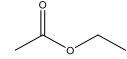
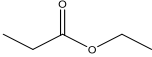
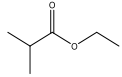
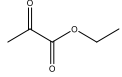
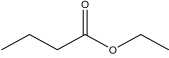
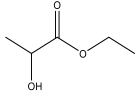
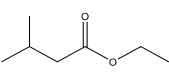
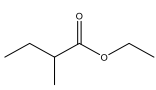
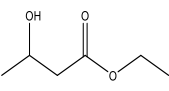
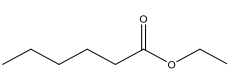
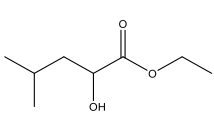
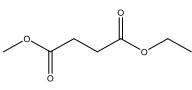
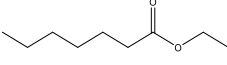
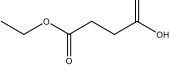
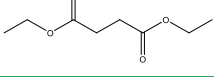
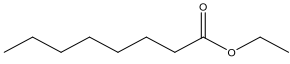
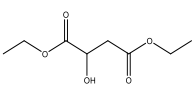
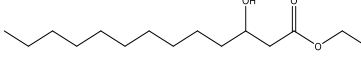
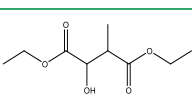
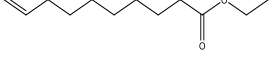
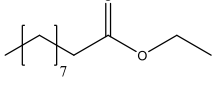
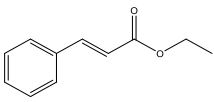
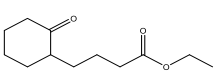
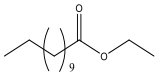
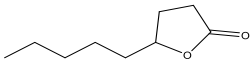
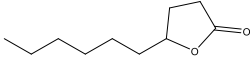
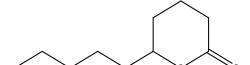
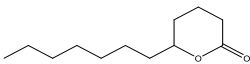
ESTERS d'éthyle	Structure chimique	Tr (min)	IR CP-Sil 5 CB	Concentration (ppm)		Odeur [Threshold (ppm)] <i>Info. de la littérature</i>	Odeur (GC-O) [FD] Vin	Identification	Ions maj. (m/z)
				Moût	Vin				
Ethyl acetate S1		5,4	401	0,105 ^{IST}	7,135 ^{IST}	Ananas [7,5] ^{3,6}		MS	43 ; 61 ; 45 ; 29; 70
Ethyl propionate J62		7,2	693	nd	0,024	Fruité, sucré Ethéré ¹ [1,8] ^{1c}		MS, IR	29; 57 ; 27; 28; 102
Ethyl isobutyrate K76		8,6	739	nd [d]	0,026 [0,006 ^{IST}]	Fruité, ananas, fraise [0,015] ²¹		MS, IR, [SIM]	43 ; 71 ; 29; 41 ; 27
Ethyl pyruvate J216		9,6	770	nd	0,009	Sucré, fruité, rhum ⁵		MS	43 ; 29; 27; 15; 44
Ethyl butanoate J55		9,9	779	nd [0,001 ^{IST}]	0,411 [0,180^{IST}]	Fruit ⁵ [0,020]		MS, IR, [SIM]	71 ; 43 ; 29; 88 ; 27
Ethyl lactate J156		10,7	803	nd [nd]	63,366 [26,139^{IST}]	Fruit ⁵ [14] ³		MS, IR, [SIM]	45 ; 29; 27; 43 ; 75
Ethyl 3-methyl-butanoate <i>Ethyl isovalerate</i> K52		-	835	[tr]	[0,002 ^{IST}]	Fruité, fraise, fruits rouges [3.10 ⁻³]		[SIM]	88 ; 57; 29; 85 ; 60
Ethyl 2-Methyl-butanoate K98		-	840	[d]	[d]	Fruité, fraise, fruits rouges [18.10 ⁻³]		[SIM]	57; 102 ; 41; 85 ; 29
Ethyl 3-hydroxybutyrate <i>Grape butyrate</i> J27		16,6	910	nd	0,357	Fruite, raisin very, pomme		MS, IR	43 ; 45 ; 60; 87 ; 71
Ethyl caproate <i>Ethyl hexanoate</i> J60		22,0	979	nd [tr]	1,387 [0,599^{IST}]	Pomme verte [0,014] ⁵		MS, IR, [SIM]	88 ; 29; 43 ; 27; 99
Ethyl 2-hydroxy-4-methylpentanoate <i>Ethyl leucate</i> K111		27,6	1039	nd	0,152	Fruits rouges, mûre ³ [0,051] ²¹		MS, IR	69 ; 87 ; 43 ; 45 ; 29
Ethyl methyl succinate		31,1	1073	nd	0,003 ^{IST}	n.a.		MS	115 ; 101 ; 55 ; 73 ; 87
Ethyl heptanoate J59		-	1083	[nd]	[d]	Fruit, ananas, banane ⁵		MS,IR, [SIM]	88 ; 113 ; 101 ; 43; 60
Ethyl hydrogen succinate J219		38,9	1141	nd	3,158	n.a.		MS	101 ; 73 ; 29; 55 ; 128
Diethyl succinate J218		39,6	1147	nd	0,853	Vin, fruit ³ [200] ²⁰		MS, IR	101 ; 29; 129 ; 27; 28
Ethyl octanoate Ethyl caprilate J159		43,5	1180	nd [nd]	1,520 [0,932^{IST}]	Fruit, gras [0,005] ³		MS, IR, [SIM]	88 ; 101 ; 57 ; 127 ; 60
Diethyl malate K112		50,5	1236	nd	0,710	Caramel ³ [760] ²¹		MS, IR	71 ; 117 ; 29; 43 ; 89
Ethyl-3-hydroxytridecanoate		60,1	1312	nd	0,025 ^{IST}	n.a.		MS	117 ; 71; 43 ; 41; 88
Diethyl 2-hydroxy-3-methylsuccinate		64,8	1353	nd	0,062 ^{IST}	n.a.		MS	131 ; 85 ; 57; 29; 103
Ethyl-9-decenoate		67,1	1373	nd	0,135^{IST}	Rose [0,100] ²¹		MS	88 ; 55 ; 69 ; 41; 110
Ethyl decanoate <i>Ethyl caprate</i> J57		68,3	1383	nd [tr]	0,369 [0,291^{IST}]	Raisin [0,200] ³		MS, IR, [SIM]	88 ; 101 ; 29; 43; 41
Ethyl cinnamate <i>Ethyl 3-phenyl-2-propenoate</i> G103		-	1452	[nd]	[d]	Balsamique		[SIM]	131 ; 103 ; 176; 77; 148
Ethyl-2-oxo-cyclohexanebutanoate		77,5	1497	nd	0,005 ^{IST}	n.a.		MS	121; 73; 60; 166; 138
Ethyl dodecanoate J158		82,4	1580	nd	0,012	Cire [0,90] ²⁰		MS	88 ; 101 ; 43 ; 29; 41

Tableau 3.3- 38. Esters divers identifiés dans le moût et le vin monocépages de Chardonnay 2017 du domaine du Chapitre

ESTERS divers	Structure chimique	Tr (min)	IR CP-Sil 5 CB	Concentration (ppm)		Odeur [Threshold (ppm)] <i>Info. de la littérature</i>	Odeur (GC-O) [FD] Vin	Identification	Ions maj. (m/z)
				Moût	Vin				
Methyl thioacetate A9		-	680	[0,001 ^{IST}]	[0,291 ^{IST}]	Chou fleur, chou pourris, fromage		[SIM]	43 ; 90 ; 45; 47; 42
Isobutyl acetate K26		9,0	752	nd [d]	0,144 [0,014 ^{IST}]	Fruit, pomme, banane [0,066] ¹		[SIM]	43 ; 56 ; 73 ; 41 ; 39
Methyl thiopropionate A18		-	781	[0,007 ^{IST}]	[0,004 ^{IST}]	H ₂ S, fromage		[SIM]	[57; 104]
Isoamyl acetate K40		13,4	854	nd [0,018 ^{IST}]	2,885 [0,583^{IST}]	Banane, pomme [0,03] ³		MS, [SIM]	43 ; 70 ; 55 ; 41; 61
Isobutyl isobutanoate K51		13,6	902	nd [d]	0,042 [d]	Ananas, fruité ⁵		MS, IR, [SIM]	71; 43 ; 56 ; 57; 41
Methyl-4-methyl valerate		16,3	906	nd	0,001 ^{IST}	n.a.		MS	74 ; 43 ; 87 ; 55 ; 57
Methyl Thioisovalerate A44		-	920	[nd]	[nd]	Cheesy		[SIM]	[85; 75]
S-1,2,4-Butanetriol-4- acetate		17,7	924	nd	0,040 ^{IST}	n.a.		MS	43 ; 57 ; 61 ; 99 ; 58
Isoamyl propanoate K99		-	945	[nd]	[d]	Sucré, fruité, banana, melon ⁵		[SIM]	57; 70; 29; 55; 43
Hexyl acetate		23,2	994	0,002^{IST}	0,424^{IST}	Amande, poire [0,002] ³		MS, IR	43 ; 56 ; 55; 61 ; 42
Isoamyl lactate		28,8	1050	nd	0,099^{IST}	Fruit, crème, noisette [0,03] ³		MS	45 ; 43 ; 70 ; 55 ; 71
Oxalic acid, 2- ethylhexyl isohexyl ester		29,6	1058	0,001 ^{IST}	nd	n.a.		MS	57 ; 43 ; 71 ; 70; 41
Trimethylene acetate		30,7	1069	nd	0,003 ^{IST}	n.a.		MS	43 ; 15 ; 61 ; 29 ; 100
Isobutyl hexanoate		48,1	1217	nd	0,008 ^{IST}	n.a.		MS	99 ; 56 ; 43 ; 57 ; 41
2-Phenylethyl acetate G59		50,1	1232	nd	0,178	Rose, miel, tabac ³ [0,25] ⁵		MS, IR	104 ; 43 ; 91 ; 105 ; 65
1-Cyclopentylethyl hexanoate		53,4	1258	nd	0,003 ^{IST}	n.a.		MS	99 ; 55 ; 60 ; 43 ; 41
Methyl thiooctanoate A16		-	1289	[nd]	[nd]	Fruité, ananas ¹⁹		[SIM]	[109; 127]
Benzoic acid, 3- acetoxy-4-methoxy-, methyl ester		77,1	1491	nd	0,012 ^{IST}	n.a.		MS	151 ; 182 ; 123 ; 79; 183
Pentanoic acid,5- hydroxy,2,4-di-t- butylphenyl ester		77,7	1499	0,003 ^{IST}	nd	n.a.		MS	126; 55; 83; 226; 43
7-Methyl-Z- tetradecen-1-ol acetate		83,5	1598	nd	0,018 ^{IST}	n.a.		MS	43 ; 55 ; 41 ; 81 ; 57
Phthalic acid, hept- 4-yl isobutyl ester		94,6	1847	nd	0,192 ^{IST}	n.a.		MS	149 ; 150 ; 223 ; 57; 167
Phthalic acid, butyl tridecyl ester		98,2	1940	nd	0,128 ^{IST}	n.a.		MS	49 ; 150 ; 223 ; 205 ; 207

Tableau 3.3- 39. Lactones identifiées dans le moût et le vin monocépages de Chardonnay 2017 du domaine du Chapitre

Lactones	Structure chimique	Tr (min)	IR CP-Sil 5 CB	Concentration (ppm)		Odeur [Threshold (ppm)] <i>Info. de la littérature</i>	Odeur (GC-O) [FD] Vin	Identification	Ions maj. (m/z)
				Moût	Vin				
γ -Nonalactone <i>Nonano-1,4-lactone</i> E8 <i>Aldehyde</i> <i>C-18 (so-called)</i>		-	1337	[d]	[0,002 ^{1ST}]	Noix de coco, crème, cire, sucré, beurre, huile [0,03] ²⁰		[SIM]	85 ; 29; 41; 43; 27
γ -Decalactone <i>Decano-1,4-lactone</i> E6		-	1444	[nd]	[0,001^{1ST}]	Fruité, fais, huile, cire, pêche, noix de coco, beurre, sucré [0,0007] ²⁰		[SIM]	85 ; 29; 41; 43; 128
δ -Decalactone <i>Decano-1,5-lactone</i> E3		-	1473	[nd]	[0,001 ^{1ST}]	Noix de coco, frais, sucré, huile, fruité, pêche, crème, lait		[SIM]	[99; 114]
δ -Dodecalactone E4		-	1696	[d]	[0,001 ^{1ST}]	Tropical, frais, sucré, métallique, pêche, huile, noix de coco, beurre		[SIM]	[99; 114]

- *Aromatiques et hétérocycles*

Le furanéol est un composé qui, bien que présent dans les vins de Solaris du domaine du Chenoy et du domaine du Chapitre, ne s'y retrouvait au-dessus de son seuil de perception que dans les vins du Chenoy de 2015 et 2017. Dans le vin de Chardonnay 2017, il est également au-dessus de son seuil de perception (*figure 3.3-28*). Son côté doux pourrait y être apprécié.

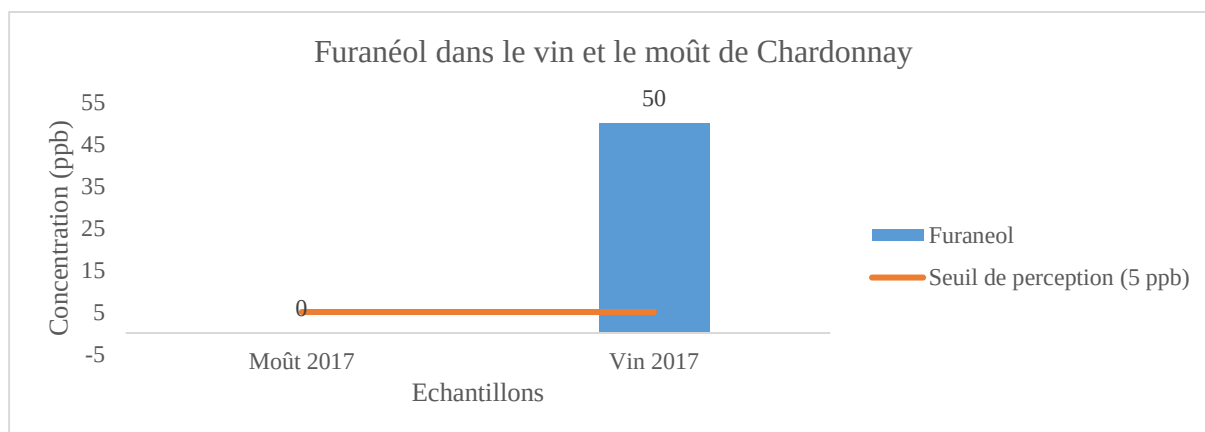


Figure 3.3- 28. Concentration en furanéol dans les échantillons de moût (2017) et de vin (2017) monocépages de Chardonnay du domaine du Chapitre

Tableau 3.3- 40. Aromatiques et hétérocycles identifiés dans le moût et le vin monocépages de Chardonnay 2017 du domaine du Chapitre

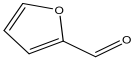
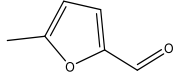
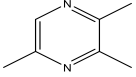
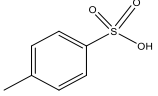
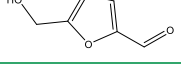
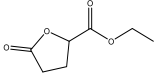
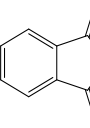
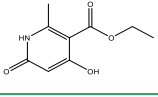
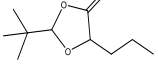
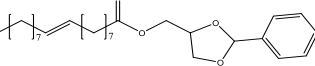
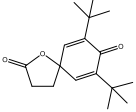
Aromatiques + hétérocycles (N,O,S)	Structure chimique	Tr (min)	IR CP-Sil 5 CB	Concentration (ppm)		Odeur [Threshold (ppm)] <i>Info. de la littérature</i>	Odeur (GC-O) [FD] Vin	Identification	Ions maj. (m/z)
				Moût	Vin				
Pyrazine B45		-	732	[tr]	[tr]	Noisette ⁵		[SIM]	80 ; 53 ; 26 ; 52 ; 51
Furfural <i>Furan-2-carbaldehyde</i> C7		11,1	810	nd [d]	0,049 [0,047 ^{IST}]	Amande [2]		MS, IR [SIM]	96 ; 95 ; 39 ; 38 ; 29
2,5-Dimethylpyrazine B9		-	895	[d]	[d]	Chocolat, noisettes grilles ²³ [0,800] ²³		[SIM]	42 ; 108 ; 39 ; 40 ; 81
2,6-Dimethylpyrazine B10		-	895	[nd]	[d]	Chocolat ²³ [0,200] ²³		[SIM]	108 ; 42 ; 40 ; 39 ; 38
2,3-Dimethylpyrazine B6		-	904	[d]	[d]	Noisette, cacahuète, café ⁵ [2,500] ²³		[SIM]	67 ; 108 ; 40 ; 42 ; 26
5-Methylfurfural C13		18,5	934	nd [d]	0,004 [0,005 ^{IST}]	Sucré, caramel, pain grille, café		[SIM]	110 ; 109 ; 53 ; 27 ; 39
2,3,5-Trimethylpyrazine B3		-	986	[d]	[d]	Noisette ²³ [0,400] ²³		[SIM]	42 ; 122 ; 39 ; 81 ; 40
p-Toluenesulfonic acid O10		25,6	1019	d	nd	Pas d'odeur ¹		MS	91 ; 172 ; 107 ; 65 ; 108
Furaneol C4		-	1026	[tr]	[0,050^{IST}]	Fraise, sucre grillé, barbe à papa [0,005] ²⁰		[SIM]	43 ; 57 ; 128 ; 85 ; 29
3-Methyl-2,5- piperazinedione		30,4	1066	nd	0,003 ^{IST}	n.a.		MS	85 ; 128 ; 43 ; 57 ; 56
Maltol C2		-	1088	[nd]	[d]	Caramel [35]		[SIM]	126 ; 71 ; 43 ; 55 ; 97
2,3-Diethylpyrazine B5		-	1151	[nd]	[nd]	Terre, pomme de terre, noisette ⁵		[SIM]	121 ; 136 ; 135 ; 80 ; 39
5-Hydroxymethylfurfural C12		-	1189	[d]	[0,001 ^{IST}]	Buttery, Caramel		[SIM]	97 ; 126 ; 41 ; 39 ; 69
Ethyl 5-oxotetrahydrofura- 2-carboxylate		52,1	1248	nd	0,151 ^{IST}	n.a.		MS	85 ; 29 ; 27 ; 86 ; 57
Phthalic anhydride		54,8	1269	nd	0,035 ^{IST}	Camphre		MS	104 ; 76 ; 148 ; 50 ; 74
Ethyl-1,6-dihydro-4- hydroxy-2-methyl-6-oxo- 3-pyridinecarboxylate		64,5	1350	nd	0,012 ^{IST}	n.a.		MS	151 ; 123 ; 121 ; 55 ; 95
2-t-Butyl-5-propyl- [1,3]dioxolan-4-one		70,2	1400	nd	0,015 ^{IST}	n.a.		MS	129 ; 71 ; 57 ; 101 ; 43
(2-Phenyl-1,3-dioxolan-4- yl)methyl 9-Octadecenoate		79,8	1535	nd	0,051 ^{IST}	n.a.		MS	55 ; 338 ; 129 ; 41 ; 43
7,9-Di-tert-butyl-1- oxaspiro(4,5)deca-6,9- diene-2,8-dione		97,0	1908	nd	0,070 ^{IST}	n.a.		MS	57 ; 205 ; 55 ; 175 ; 217

Tableau 3.3- 41. Halogènes identifiés dans le moût et le vin monocépages de Chardonnay 2017 du domaine du Chapitre

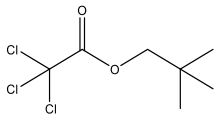
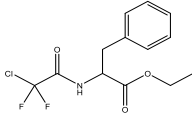
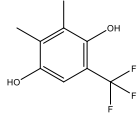
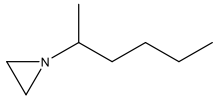
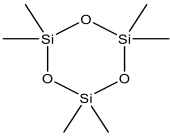
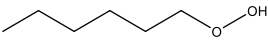
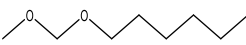
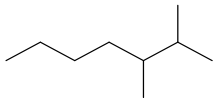
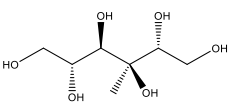
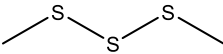
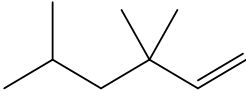
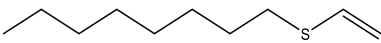
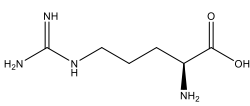
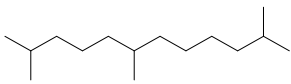
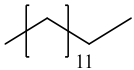
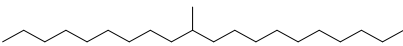
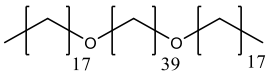
HALOGENES	Structure chimique	Tr (min)	IR CP- Sil 5 CB	Concentration (ppm)		Odeur [Threshold (ppm)] <i>Info. de la littérature</i>	Odeur (GC-O) [FD] Vin	Identification	Ions maj. (m/z)
				Moût	Vin				
Trichloroacetic acid, 2,2-dimethylpropyl ester		6,6	650	0,012 ^{IST}	nd	n.a.		MS	57 ; 55 ; 71 ; 43 ; 41
DL-Phenylalanine, N- chlorodifluoroacetyl-, ethyl ester		72,0	1424	nd	0,115 ^{IST}	n.a.		MS	91 ; 176 ; 131 ; 148 ; 103
2,3-Dimethyl-5- trifluoromethyl phen- 1,4-diol		81,6	1566	nd	0,011 ^{IST}	n.a.		MS	149 ; 83 ; 43 ; 151 ; 57

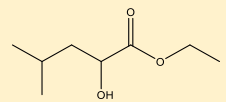
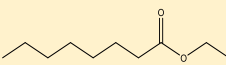
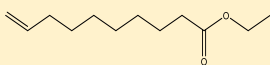
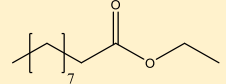
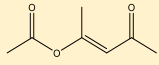
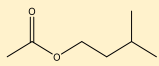
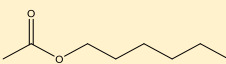
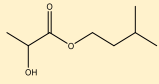
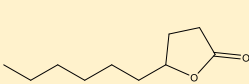
Tableau 3.3- 42. Autres molécules identifiées dans le moût et le vin monocépages de Chardonnay 2017 du domaine du Chapitre

AUTRES	Structure chimique	Tr (min)	IR CP- Sil 5 CB	Concentration (ppm)		Odeur [Threshold (ppm)] <i>Info. de la littérature</i>	Odeur (GC-O) [FD] Vin	Identification	Ions maj. (m/z)
				Moût	Vin				
2-Hexyl aziridine		8,0	721	0,004 ^{IST}	nd	n.a.		MS	56 ; 70 ; 57 ; 30 ; 28
Cyclotrisiloxane, hexamethyl		11,1	810	0,006 ^{IST}	nd	n.a.		MS	207 ; 208 ; 96 ; 209 ; 191
Hexyl hydroperoxide		14,8	881	d	nd	n.a.		MS	149 ; 104 ; 76 ; 167 ; 150
1-(Methoxymethoxy)- hexane		15,3	890	nd	0,007 ^{IST}	n.a.		MS	45 ; 43 ; 75 ; 56 ; 41
2,3-Dimethyl heptane		15,8	900	d	nd	n.a.		MS	43 ; 84 ; 85 ; 57 ; 71
4-Methylmannitol		19,5	947	nd	0,045 ^{IST}	Sucré		MS	75 ; 45 ; 87 ; 43 ; 73
Dimethyltrisulfide (DMTS) A32		-	965	[nd]	[d]	Ail, oignon ⁵		[SIM]	126 ; 45 ; 79 ; 47 ; 64
3,3,5-trimethyl-1-hexene		20,9	965	d	nd	n.a.		MS	69 ; 41 ; 55 ; 70 ; 56
1-(Ethenylthio)-octane		22,3	983	nd	0,003 ^{IST}	n.a.		MS	43 ; 67 ; 82 ; 60 ; 73
L-Arginine P43		25,1	1014	0,010 ^{IST}	nd	n.a.		MS	69 ; 56 ; 43 ; 30 ; 28
2,6,11-Trimethyldodecane		29,6	1058	nd	0,006	n.a.		MS	57 ; 71 ; 43 ; 41 ; 85
Tetradecane		70,2	1400	0,002 ^{IST}	nd	n.a.		MS	57 ; 43 ; 71 ; 85 ; 41
10-Methyleicosane		83,5	1598	0,005 ^{IST}	nd	n.a.		MS	57 ; 43 ; 71 ; 85 ; 41
Octadecane,1,1'-[1,3- propanediylbis(oxy)bis		91,6	1772	0,030 ^{IST}	nd	Alcool ¹		MS	43 ; 57 ; 71 ; 85 ; 55

Le *tableau 3.3-43* reprend les arômes présents au-dessus de leur seuil de perception dans le moût 2017 et le vin 2017 monocépages de Chardonnay du domaine du Chapitre. Les arômes variétaux sont en vert tandis que les arômes fermentaires sont en orange.

Tableau 3.3- 43. Arômes présents au-dessus de leur seuil de perception dans le mout 2017et le vin 2017 monocépages de Chardonnay du domaine du Chapitre

Nom du composé + code KOVATS INBR	Structure chimique	IR (CP-Sil 5 CB)	Concentration (ppm)		Odeur (threshold [ppm])	Méthode d'identification
			Moût 2017	Vin 2017		
Cétones et aldéhydes						
β-Damascenone (E)-1-(2,6,6-trimethylcyclohexa-1,3-dien-1-yl)but-2-en-1-one F9		1376	[d]	[0,001 ^{IST}]	Compote de pomme, pêche [5.10 ⁻⁴]	MS, [SIM]
2-Hexenal J14		827	0,348	nd	Solvant ¹ , vert, banana [0,017] ^{5,6}	MS, IR
Octanal J79		983	0,001	nd	Orange, savoneux [0,0007] ²⁰	MS
Phenylacetaldehyde G68		1022	[d]	[0,003 ^{IST}]	Miel, sucré, floral ⁶ [0,001] ⁵	[SIM]
Nonanal J77		1085	0,168	nd	Gras, citron, vert [0,0007] ¹¹	MS, IR
Decanal J48		1187	0,010	nd	Savon, zeste d'orange, suif (gras) [0,001] ²¹	MS
Alcools primaires, secondaires et tertiaires						
2-Methylbutan-1-ol K12		724	nd	9,138	Malt [0,045] ³	MS, IR
2-Hexen-1-ol, (E) J217		844	1,538	nd	Verdure, feuille, noix [0,40] ³	MS
1-Hexanol J210		848	2,081 [0,005 ^{IST}]	3,700 [0,010 ^{IST}]	Résine, herbe coupée [1,620]3,5	MS, IR, [SIM]
Methionol 3-Methylthio)propan-1-ol A33		952	[d]	[1,090 ^{IST}]	Radis [0,171] ¹	MS, [SIM]
β-Phenylethanol 2-phenylethan-1-ol G65		1094	nd [d]	9,41 [11,055 ^{IST}]	Miel, épicé, rose, lilas [10] ⁵	MS, IR, [SIM]
1-Octen-3-ol J176		967	[d]	[0,167 ^{IST}]	Terreux, champignons [less than 1ppb]	[SIM]
4-Vinylguaiacol G99		1294	nd [nd]	0,042 ^{IST} [d]	Sarrasin [0,010] ²⁰	MS, [SIM]
Acides						
Butanoic acid J36		757	nd [tr]	0,431 [0,182 ^{IST}]	Rance, Transpiration, fromage [0,17] ³	MS, IR, [SIM]
Hexanoic acid J72		961	0,002 [nd]	3,453 [0,008 ^{IST}]	Transpiration, fromage [0,42] ¹	MS, [SIM]
Octanoic acid J42		1163	nd [nd]	6,368 [1,274 ^{IST}]	Transpiration, fromage [0,50] ¹	MS, IR,[SIM]
Decanoic acid J37		1358	nd [nd]	6,231 [d]	Rance, gras [1,0] ⁵	MS, IR, [SIM]
Esters et lactones						
Ethyl isobutyrate K76		739	nd [d]	0,026 [0,006 ^{IST}]	Fruité, ananas, fraise [0,015] ²¹	MS, IR, [SIM]
Ethyl butanoate J55		779	nd [0,001 ^{IST}]	0,411 [0,180 ^{IST}]	Fruit ⁵ [0,020]	MS, IR, [SIM]
Ethyl-lactate J156		795	nd [nd]	63,366 [26,139 ^{IST}]	Fruit ⁵ [14] ³	MS, IR, [SIM]
Ethyl caproate Ethyl hexanoate J60		979	nd [tr]	1,387 [0,599 ^{IST}]	Pomme verte [0,014] ⁵	MS, IR, [SIM]

Ethyl 2-hydroxy-4-methylpentanoate <i>Ethyl leucate</i> K111		1039	nd	0,152	Fruits rouges, mûre ³ [0,051] ²¹	MS, IR
Ethyl octanoate <i>Ethyl caprilate</i> J159		1180	nd [nd]	1,520 [0,932 ^{IST}]	Fruit, gras [0,005] ³	MS, IR, [SIM]
Ethyl-9-decenoate		1373	nd	0,135 ^{IST}	Rose [0,100] ²¹	MS
Ethyl decanoate <i>Ethyl caprate</i> J57		1384	nd [tr]	0,369 [0,291 ^{IST}]	Raisin [0,200] ³	MS, IR, [SIM]
Isobutyl acetate K26		754	nd [d]	0,144 [0,014 ^{IST}]	Fruit, pomme, banane [0,066] ¹	[SIM]
Isoamyl acetate K40		854	nd [0,018 ^{IST}]	2,885 [0,583 ^{IST}]	Banane, pomme [0,03] ³	MS, [SIM]
Hexyl acetate		994	0,002 ^{IST}	0,424 ^{IST}	Amande, poire [0,002] ³	MS, IR
Isoamyl lactate		1051	nd	0,099 ^{IST}	Fruit, crème, noisette [0,03] ³	MS
γ -Decalactone <i>Decano-1,4-lactone</i> E6		1444	[nd]	[0,001 ^{IST}]	Fruité, frais, huileux, cireux, pêche, noix de coco, beurré, sucré [0,0007] ²⁰	[SIM]

Discussion générale

Dans l'ensemble, nous constatons que la plupart des arômes retrouvés au dessus de leur seuil de perception sont les mêmes que dans les vins de Solaris et de Chardonnay. Toutefois, outre des concentrations parfois distinctes dans les deux cépages, on notera aussi la présence d'acide 3-méthylbutanoïque (arôme de fromage) dans le Solaris, associé à une absence de linalool. On notera également le rôle déterminant du furanéol (barbe à papa), et d'un dérivé du théaspirane pour le Solaris.

3.3.2. Identification du DMS

Le diméthyle sulfure a été décrit dans une large gamme de produits alimentaires tels que la viande cuite, le fromage, les tomates ou encore le citron, le melon et les truffes (Lytra *et al.*, 2013).

La *figure 3.3-29*, reprise ci-dessous, est une superposition des chromatogrammes zoomés des moûts et vins monocépages Solaris du domaine du Chenoy avec le chromatogramme de référence du pic de DMS injecté à 1ppm. Nous n'avons hélas pas ajouté un IST dans l'échantillon avant extraction SAFE (concentration de 100 entre le vin et l'extrait) de sorte que nous sous-estimons très certainement les concentrations mais de manière identique pour tous les échantillons.

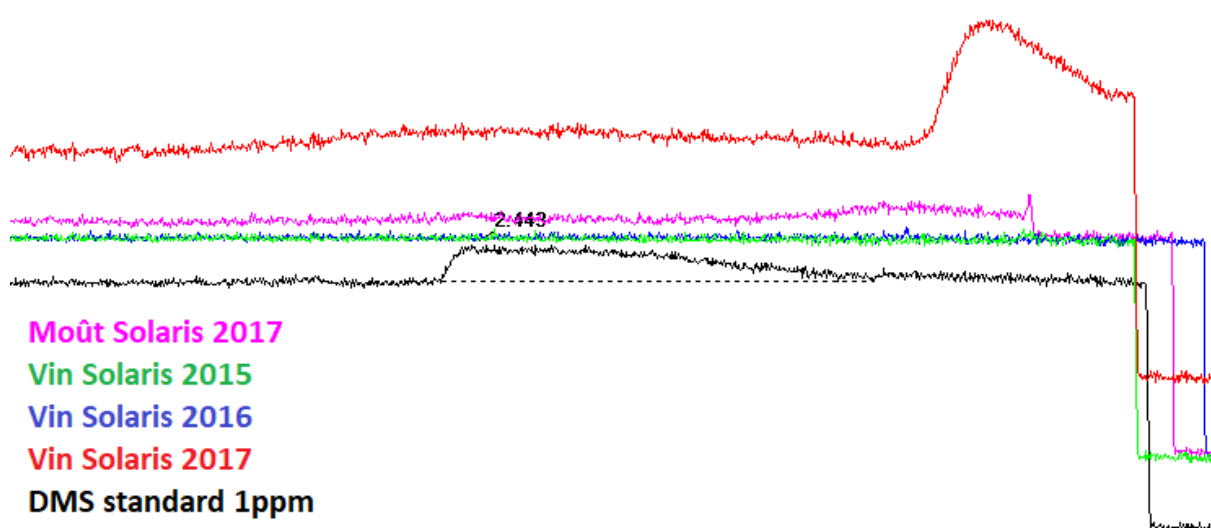


Figure 3.3- 29. Recherche de la présence du DMS pour le moût et les vins monocépages Solaris du domaine du Chenoy

On constate sur la *figure 3.3-29* qu'il n'y a pas de DMS pour les vins monocépages des Solaris 2015 et 2016. En revanche, il y en a 3,5 ppb dans le moût 2017 12,5 ppb pour le vin 2017 (*tableau 3.3-44*). Dans le vin, il apporte des odeurs de maïs, d'asperge et de mélasse voire de truffe (Lytra *et al.*, 2013). Son seuil de perception est de 22 à 60 ppb dans le vin, il est possible que le DMS impacte le vin 2017 lors de la dégustation mais qu'il ne soit pas ressenti dans les vins de 2015 et de 2016.

Tableau 3.3- 44. Quantité de DMS dans les moûts et vins monocépages de Solaris du domaine du Chenoy

Echantillons du Chenoy	Concentrations en DMS dans le moût ou les vins (ppb)
Moût Solaris 2017	3,5
Vin Solaris 2015	0
Vin Solaris 2016	0
Vin Solaris 2017	12,1

La *figure 3.3-30*, reprise ci-dessous, est une superposition des chromatogrammes zoomés des moûts et vins monocépages Solaris du domaine du Chapitre avec le chromatogramme référence du pic de DMS injecté à 1ppm.

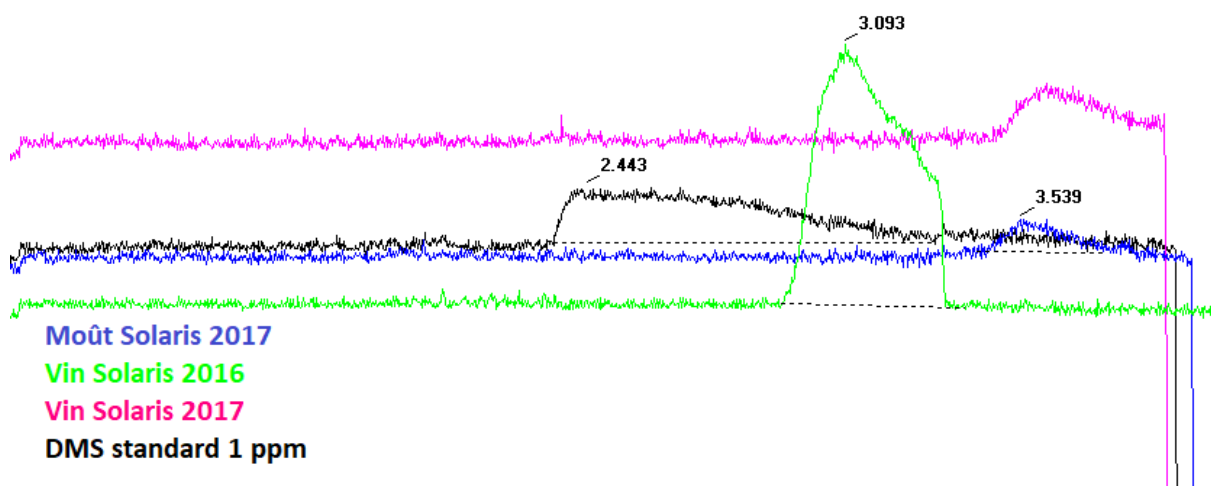


Figure 3.3- 30. Recherche de la présence du DMS pour le moût et les vins monocépages Solaris du domaine du Chapitre

Le DMS est présent dans tous les échantillons des Solaris du domaine du Chapitre. Il risque d’être perçu de manière bien plus importante dans le vin 2016 que dans vin 2017 d’après les chromatogrammes (23,8 ppb contre 7,2 ppb (*tableau 3.3-45*)).

Tableau 3.3- 45. Quantité de DMS dans les moûts et vins monocépages de Solaris du domaine du Chapitre

Echantillons du Chapitre	Concentrations en DMS dans le moût ou les vins (ppb)
Moût Solaris 2017	3,2
Vin Solaris 2016	23,8
Vin Solaris 2017	7,2

La *figure 3.3-31*, présente les mêmes informations pour le moût et le vin monocépages de Chardonnay du domaine du Chapitre.

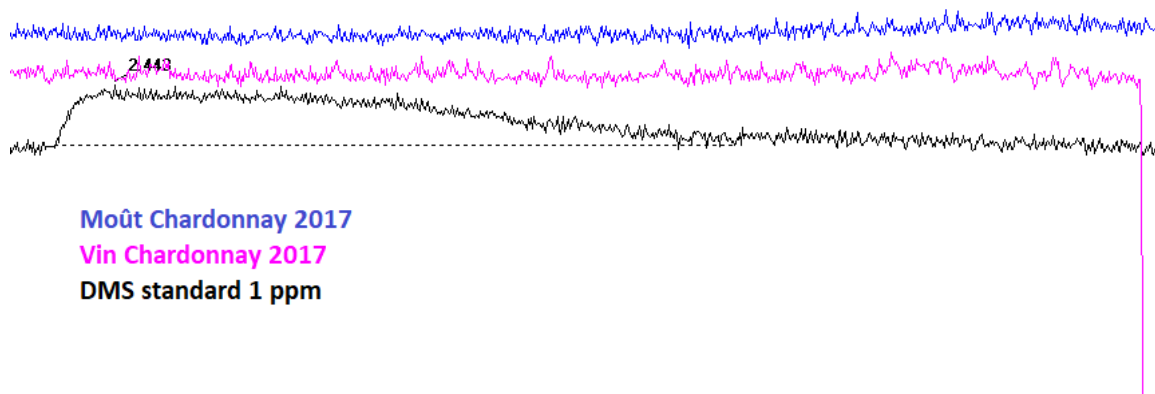


Figure 3.3- 31. Recherche de la présence du DMS pour le moût et le vin monocépages Chardonnay du domaine du Chapitre

Nos chromatogrammes laissent à penser qu’il n’y a pas de DMS dans les échantillons du Chardonnay (*tableau 3.3-46*).

Tableau 3.3- 46. Quantité de DMS dans les moûts et vins monocépages de Chardonnay du domaine du Chapitre

Echantillons du Chapitre	Concentration DMS (ppb)
Moût Chardonnay 2017	0
Vin Chardonnay 2017	0

Ces analyses devront être répétées avec du DMS deutéré ($\text{CD}_3\text{-S-CD}_3$) qui jouera le rôle de l'IST. Il sera ajouté au vin à raison de 20 ppb avant l'extraction d'arômes via la méthode SAFE. Nous pourrons dès lors calculer la concentration de DMS dans le vin par l'équation :

$\text{Surf. DMS} / \text{Surf. DMS-de} = [\text{DMS}] / 20 \text{ ppb}$ en supposant que le deutérium ne modifie pas l'intensité de réponse au détecteur PFPD.

3.3.3. Identification des produits soufrés (p-HMB)

Une extraction p-HMB a été réalisée pour le vin monocépage Solaris 2016 du domaine du Chapitre dans le but d'identifier les thiols présents dans le vin. Le chromatogramme PFPD est donné à la *figure 3.3-32* reprise ci-dessous.

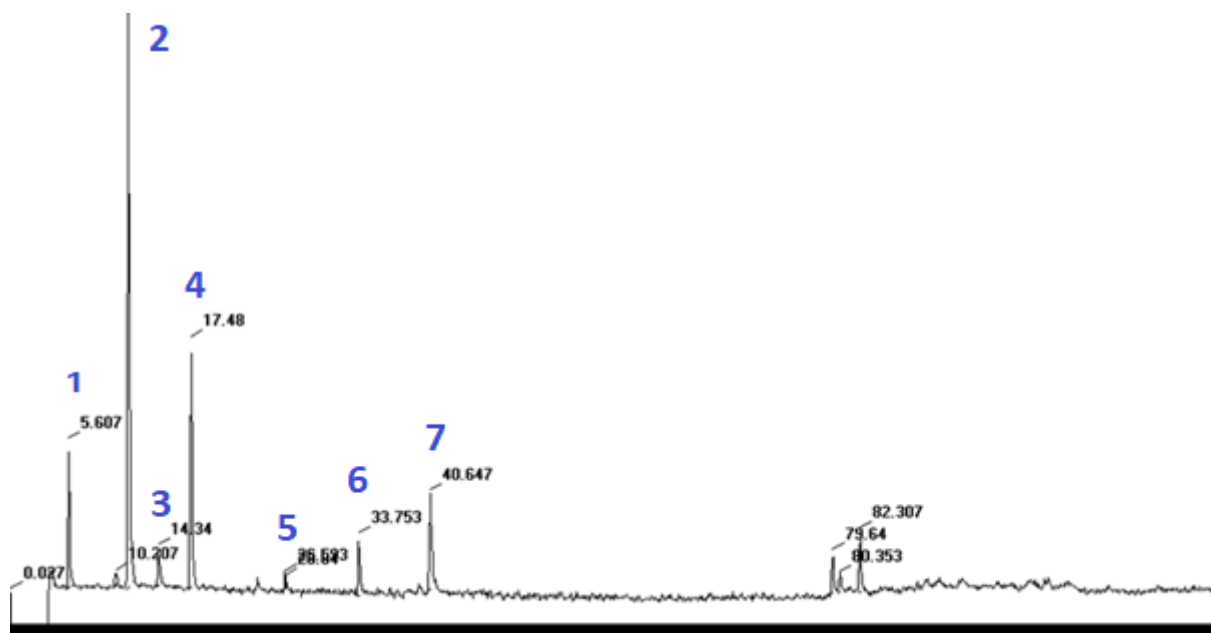
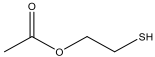
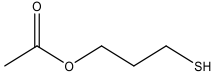
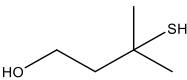
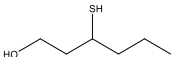


Figure 3.3- 32. Chromatogramme du p-HMB du vin monocépage Solaris du domaine du Chapitre

- 1 : IST
- 2 : 2-Sulfanylethyl acetate
- 3 : 2-Sulfanylethanol
- 4 : 3-Sulfanylpropyl acetate
- 5 : 3-Sulfanyl-3-methylbutanol
- 6 : EST
- 7 : 3-Sulfanylhexanol

Les thiols identifiés ont des seuils de perception plus faibles (inférieur au ppb) que les composés décrits précédemment. Parmi les composés au-dessus de leur seuil de perception, nous avons identifié le 2-sulfanyléthyl acétate, le 2-sulfanyléthanol et le 3-sulfanylhexanol. Ils apportent respectivement des odeurs de brûlé-grillé, de soupe-grillé et de rhubarbe.

Tableau 3.3-47. Thiols identifiés dans le vin monocépage de Solaris 2016 du domaine du Chapitre

Composés soufrés	Structure chimique	Tr (min)	IR CP-Sil 5 CB	Concentration (ppb) Vin	Odeur [Threshold (ppb)] Info. de la littérature	Identification
2-Sulfanylethyl acetate		11,4	1347	8,527 ^{IST}	Burnt, grill ²² [0,4]	MS
2-Sulfanylethanol		14,3	1412	0,549 ^{IST}	Soup, grillé, gas ²² [10 ⁻⁴] ¹	MS
3-Sulfanylpropyl acetate		17,5	1480	2,633 ^{IST}	Grilled ²² []	MS
3-Sulfanyl-3-Methylbutanol A108		26,6	1522	0,279 ^{IST}	Sulfur, soup ²² [1,5] ²³	MS
3-Sulfanylhexanol A91		40,6	1858*	1,677 ^{IST}	Grapefruit ²² [0,060] ²³	MS

*valeur trouvée dans la littérature car n'a pas pu être calculée au laboratoire INBR.

4. Conclusion et perspectives

Cette étude a permis de définir quelques spécificités aromatiques propres au cépage Solaris cultivé en Belgique.

Les analyses de base réalisées sur les moûts et les vins des deux domaines n'ont pas montré de différences significatives entre Solaris et Chardonnay pour les mesures du pH et de l'acidité totale. Ces analyses ont reflété la grande acidité des raisins attendue pour des régions septentrionales comme la Belgique. Les autres analyses ont révélé que les différents moûts de ces deux cépages n'étaient pas carencés en azote. Les analyses sur moût ont également montré que le taux alcoométrique potentiel (fonction de la teneur en sucres) permettait de ne pas recourir à une chaptalisation.

L'identification et la quantification des molécules aromatiques nous ont permis d'identifier quelques particularités des vins de Solaris, en comparaison des vins de Chardonnay. L'acide 3-méthylbutanoïque, le furanéol et le DMS semblent propres à ce cépage interspécifique. Ils ont tous trois été décelés au-dessus de leur seuil de perception.

L'acide 3-méthylbutanoïque (seuil de perception : 0,12 ppm) est retrouvé dans les cinq vins de Solaris. Les concentrations varient de 0,16 à 0,37 ppm pour les vins du domaine du Chapitre et atteignent des valeurs comprises entre 0,89 et 1,7 ppm pour les vins du domaine du Chenoy. Bien qu'il apporte des arômes de fromage et de sueur à haute concentration, il procure vraisemblablement à ces teneurs une certaine rondeur et une fraîcheur au vin.

Le furanéol est un autre composé qui semble assez spécifique au cépage Solaris, tout au moins pour les raisins cultivés en Belgique. Il a été retrouvé au-dessus de son seuil de perception dans les deux domaines pour l'année 2017. Cet arôme pourrait être responsable des notes parfois plus lourdes et sucrées typiques des Solaris.

Le diméthylsulfure (DMS) à l'arôme de truffe est quant-à lui généralement associé à de vieux vins de grands Millésimes, qu'ils soient blancs ou rouges. La particularité dans les vins de Solaris que nous avons étudiés, c'est d'y retrouver déjà ce DMS avant vieillissement prolongé (excepté dans le Millésime 2016 du domaine du Chenoy, année reconnue comme extrêmement difficile pour tous les vins belges).

D'autres molécules intéressantes ont été mises en évidence pour la première fois dans un vin de Solaris par le biais de méthodes d'extractions spécifiques. C'est le cas du 3-sulfanylhéxanol (odeur de rhubarbe) qui pourrait très certainement être exploité par l'œnologue pour amener de la fraîcheur aux vins. Nous avons aussi retrouvé quelques dérivés du théaspirane tels que la 4-hydroxy-7,8-dihydro- β -ionone (arôme de grenadine) qui peuvent générer de magnifiques notes olfactives, à l'instar de ce qu'elles créent dans les vins de Sauternes ou le vin jaune du Jura.

Cette étude nous a également permis de confirmer la présence d'autres arômes bien connus en œnologie. C'est le cas de la β -damascénone que nous retrouvons dans des concentrations allant de 0,4 à 3,7 ppm suivant les années (à l'exception du vin 2015 du domaine du Chenoy où elle n'excède pas 1 ppb). Ce niveau de concentration de 1 ppb a également été confirmé dans le vin de Chardonnay. Outre son odeur caractéristique de compote de pomme, elle pourrait aussi apporter aux vins de Solaris une belle complexité par effet de synergie avec d'autres molécules.

L'absence de linalol au-dessus de son seuil de perception olfactif (25 ppb) est également un résultat important de notre étude, compte tenu de l'occurrence de cette molécule dans tant de vins blancs de par le monde (concentrations dans les vins de Solaris inférieures à 18 ppb). Élément plus surprenant encore, le linalol a été quantifié à une concentration sous son seuil de perception dans le vin 2017 de Chardonnay du domaine du Chapitre (7 ppb) alors qu'il est habituellement caractéristique de ce cépage traditionnel.

Assez logiquement, tous les esters de fermentation habituellement présents dans les vins blancs sont retrouvés dans les vins analysés. Leurs concentrations bien supérieures à leurs seuils de perception permettent de confirmer que le Solaris belge a un beau potentiel aromatique.

En conclusion, le vin de Solaris belge, bien que possédant parfois quelques défauts de lourdeur aromatique, semble posséder de nombreux atouts pour en faire un grand vin, à condition bien sûr de tenir compte de ces particularités lors du travail au chai, voire en amont dans la vigne. C'est probablement par sa belle acidité et son potentiel en thiols polyfonctionnels qu'il peut créer une belle fraîcheur, en équilibre subtil avec des arômes plus doux et avec une certaine rondeur.

Ce travail sur le Solaris a permis de corrélérer objectivement les concentrations de différents composés chimiques avec les caractères organoleptiques de ce cépage encore méconnu. Interagir avec les vignerons permettra d'évaluer quelles sont les orientations à considérer afin d'améliorer l'appréciation de ce produit auprès des consommateurs.

Références bibliographiques

- Ainsworth, J., & Ashley, M. (2004). *Larousse du vin 2004*. bologna: larousse.
- Bakker, J., & Clarke, R. J. (2011). *Wine flavour chemistry* (second). Wiley-Blackwell.
- Blouin, J., & Peynaud, E. (2012). *Connaissance et travail du vin*. Dunod.
- Bonder, C. (2014). *Analyses et décisions en oenologie: Guide pratique du laboratoire et de la cave*. Tec & Doc Lavoisier.
- Boschman, E., Degoul, A., Vanel, M., & Vanhellemont, odile. (2015). *Vins d'artisans en wallonie*. Bruxelles: Racine.
- Boso, S., & Kassemeyer, H. (2008). *Different susceptibility of european Grapevine cultivars for downy mildew*. vitis.
- Bouchons de la bouteille de vin : quelles différences ? (2017, avril 2). Consulté 24 avril 2018, à l'adresse <https://cavesmontquartiers.com/bouchons/>
- Ciani, M., Comitini, F., Mannazzu, I., & Domizio, P. (2009). Controlled mixed culture fermentation: a new perspective on the use of non-Saccharomyces yeasts in winemaking, 8. <https://doi.org/10.1111/j.1567-1364.2009.00579.x>
- Clapperton, J. F. (1978, avril). Fatty acids contributing to caprylic flavour in beer. The use of profile and threshold data in flavour research. *Journal of the Institute of Brewing*.
- Collin, S., Nizet, S., Claeys-Bouueart, T., & Despatures, P. M. (2012). Main odorants in Jura flor-sherry wines. Relative contributions of sotolon, abhexon, and theaspirane-derived compounds., p. 380-387.
- Delanoé, D., Maillard, C., & Maisondieu, D. (2001). *Le vin: De l'analyse à l'élaboration*. TEC & DOC.
- Dominé, A. (2000). *Le vin*. cologne: Könnrman Verlagsgesellschaft mbH.
- Du, X., Song, M., & Rouseff, R. (2011). Identification of New Strawberry Sulfur Volatiles and Changes during Maturation. *Journal of agricultural and food chemistry*, p. 1293-1300.
- Dubernet, M., & Ribéreau-Gayon, P. (1974). Causes et conséquences de la consommation de l'oxygène par les moûts de raisin, p. 233.
- Engel, W., Bahr, W., & Schieberle, P. (1999). Solvent assisted flavour evaporation – a new and versatile technique for the careful and direct isolation of aroma compounds from complex food matrices. *European Food Research and Technology*, 209(3-4), 237-241. <https://doi.org/10.1007/s002170050486>
- Etievant, P. X. (1991). Volatile compounds of food and beverages., p. 483-546.
- Freitas, P., Dias, L. G., Peres, A. M., Castro, L. M., & Veloso, A. C. A. (2012). Determination of 2,4,6-Trichloroanisole by Cyclic Voltammetry. *Procedia Engineering*, 47, 1125-1128. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.09.349>
- Gambetta, J., Bastian, Cozzolino, D., & Jeffery, W. (2014). Factors influencing the aroma composition of Chardonnay wines: a review.
- Gomez Garcia-Carpintero, E., Gomez Gallego, M. A., Sanchez-Palomo, E., & Gonzalez Vinas, M. A. (2012). Impact of alternative technique to ageing using oak chips in alcoholic or in malolactic fermentation on volatile and sensory composition of red wines. *Food chemistry*, p. 851-863.

- Guth, H. (1997). Quantification and sensory studies of character impact odorants of different white varieties. *Journal of agricultural and food chemistry*, p. 3027-3032.
- Hashim, L., & Chaveron, H. (1995). Use of methylpyrazine ratios to monitor the coffee roasting. *Food Research International*, p. 619-623.
- Janes, D., Kantar, D., Kreft, S., & Prosen, H. (2009, janvier 1). Identification of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) aroma compounds with GC-MS, p. 120-124.
- Lamparsky, D. (s. d.). Novel gamma, delta unsaturated aldehydes. Wangen-Dubendorf.
- Lebègue, A. (2012). *Petite encyclopédie du vin: tous les cépages, toutes les appellations, les grands domaines, les mots de la dégustation...* Dunod.
- Lee, S.-H., Seo, M.-J., Riu, M., & Cotta, J. P. (2007). Vine Microclimate and Norisoprenoid Concentration in Cabernet Sauvignon Grapes and Wines.
- Liberatore, M. T., Pati, S., Del Nobile, M. A., & La Notte, E. (2010, mai). Aroma quality improvement of Chardonnay white wine by fermentation and ageing in barrique on lees. *Food Research International*, p. 996-1002.
- Liu, J., Bo Toldam-Andersen, T., Agerlin Petersen, M., Zhang, S., Arneborg, N., & Laurentius Petrus Bredie, W. (2015). Instrumental and sensory characterisation of Solaris white wines in Denmark, p. 133-142.
- Lytra, G., Tempere, S., de Revel, G., & Barbe, J.-C. (2012). Distribution and Organoleptic impact of Ethyl 2-Hydroxy-4-methylpentanoate Enantiomers in wine. *Journal of agricultural and food chemistry*, p. 1503-1509.
- Lytra, G., Tempere, S., Zhang, S., Marchand, S., de Revel, G., & Barbe, J.-C. (2013). Olfactory impact of dimethyl sulfide on red wine fruity esters aroma expression in model solution. *Vigne et Vin Publications Internationales*, p. 75-85.
- Masson, Gilles. (2008). Débourage et valorisation des bourbes, 13.
- Mink, R., Kölling, R., Sommer, S., Schmarr, H.-G., & Scharfenberger-Schmeer, M. (2015). Diacetyl Formation by *Oenococcus oeni* during Winemaking Induced by Exogenous Pyruvate. *American Journal of oenologie and viticulture*, p. 85-90.
- Navarre, C., & Langlade, F. (2002). *L'oenologie*. TEC & DOC.
- Old, M. (2014). *Le vin. Tout comprendre tout simplement*. Londres: Dorling Kindersley Limited.
- Prof. Collin, S. (2016). *Cours LBRAL2103: Chimie des denrées alimentaires*. Université Catholique de Louvain.
- Rathinamoorthy, R., & Thilagavathi, G. (2016, mai 12). GC-MS Analysis of Worn Textile for Odour Formation, p. 917-924.
- Rocha, S., Rodrigues, F., Coutinho, P., & Delgadillo, I. (2014, juin 18). Volatile composition of Baga red wine: Assessment of the identification of the would-be impact odorants, p. 257-262.
- Saliba, A., Heymann, H., Blackman, J., & Macdonald, J. B. (2013). Consumer-sensory evaluation of Australian Chardonnay. *Wine and Viticulture Journal*, p. 64-66.
- Sun, S. Y., Che, C. Y., Sun, T. F., Lv, Z. Z., He, S. X., & Gu, H. N. (2013). Evaluation of sequential inoculation of *Saccharomyces cerevisiae* and *Oenococcus oeni* strains on the chemical and aromatic profiles of cherry wines., p. 2233-2241.

Taillandier, P., & Bonnet, J. (2014). *Le vin: Composition et transformations chimiques*. Tec & Doc Lavoisier.

Tashiro, Y., Rodriguez, G. M., & Atsumi, S. (2014, novembre 26). 2-Keto acids based biosynthesis pathways for renewable fuels and chemicals. *Industrial Microbiology & Biotechnology*, p. 361-373.

Tominiga, T., Niclass, Y., Frérot, E., & Dubourdieu, D. (2006). Stereoisomeric distribution of 3-mercaptohexan-1-ol and 3-mercaptohexyl acetate in dry and sweet white wines made from *Vitis vinifera* (var. Sauvignon blanc and semillon). *Journal of agricultural and food chemistry*, p. 7251-7255.

Van der meer, M., Weibel, F., Léville, D., & Häseli, A. (2010). Acceptation des vins de cépages résistants par les consommateurs. Résultats du projet TOPiwi 2007 - 2008. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture*, 42, 147-150.

Welke, J. E., Zanusi, M., Lazzarotto, M., & Zini, C. A. (2014). Quantitative analysis of headspace volatile compounds using comprehensive two dimensional gas chromatography and their contribution to the aroma of chardonnay wine. *Food Research International*, p. 85-99.

Segefa-ULG.2008. *Carte complète_Belgique, regions naturelles*. Christians Ch.1988

Guissard,V. *L'environnement physique*. RW PRES 1.

Sites internet :

Ergot,D. Vivre mieux. Un vrai vignoble wallon : utopie ? Consulté Février 2018. http://fr.vivat.be/chez-soi/boire/un-vrai-vignoble-wallon-utopie_359

Historique du Chenoy. Domaine du Chenoy : Domaine Viticole Belge. Consulté Février 2018. <http://www.domaine-du-chenoy.com/content/20-historique-du-chenoy>

Nos vins. Domaine du Chenoy : Domaine Viticole Belge. Consulté Février 2018. <http://www.domaine-du-chenoy.com/4-nos-vins>

Découvrir. Domaine du chapitre, vin belge. Consulté Février 2018. <https://www.chapitre.vin/decouvrir>

Nos vins. Domaine du chapitre, vin belge. Consulté Février 2018. <https://www.chapitre.vin/nos-vins>

Collijs,J. Le vin en Belgique. Oeno-Belgium Tout sur le monde du vin en Belgique. Consulté Février 2018. <http://www.oeno-belgium.be/index.php/fr/le-vin-en-belgique.html>

Vin de pays des Jardins de Wallonie-Apaq-W. Wallonie agriculture Apaq-W. Consulté en Février 2018. <http://www.apaqw.be/Qualite-identifiee/I-G-P/Vin-de-pays-des-Jardins-de-Wallonie.aspx>

Météo Belgique. Cartes du climat de la Belgique. Consulté Février 2018. <http://www.meteobelgique.be/article/articles-et-dossiers/30/148-cartes-du-climat-de-la-belgique.html>

Références tableaux de composés :

¹Gambetta *et al.* (2014), ²Pubchem (Open Chemistry Database), ³Bartowsky *et al.* 2009, ⁴Guth (1997), ⁵The Good Scents Company, ⁶Campo *et al.* (2006), ⁷Tal *et al.* (2007), ¹⁵Lamparsky, s. d, (1975). , ¹⁶(Rathinamoorthy & Thilagavathi, 2016), ¹⁷(Clapperton, 1978), ¹⁸(Liberatore, Pati, Del Nobile, & La Notte, 2010), ¹⁹(Du, Song, & Rousseff, 2011), ²⁰(Hashim & Chaveron, 1995), ²¹(Rocha, Rodrigues, Coutinho, & Delgadillo, 2014), ²²(Janes, Kantar, Kreft, & Prosen, 2009), ²³<http://www.leffingwell.com/pyrazine.htm>.

Analyse du profil aromatique de vins blancs belges : étude de cas du cépage interspécifique Solaris
Présenté par Pierre-Antoine Foulon

Résumé

De nombreux vins blancs ont été créés ces dernières années en Belgique, produits à partir de cépages traditionnels comme le Chardonnay, ou interspécifiques tels que le Bronner, l'Auxerrois ou encore le Johanniter. Le cépage Solaris est un de ces cépages interspécifiques qui fut créé en Allemagne au début des années 2000. Très peu de données scientifiques sont disponibles sur ses particularités œnologiques en général, et sur l'effet terroir belge qui pourrait y être associé en particulier. Les objectifs de cette étude étaient donc de définir les caractéristiques chimiques de base ainsi que la composition aromatique de vins monocépages de Solaris produits en Belgique. Deux domaines viticoles, le domaine du Chenoy et le domaine du Chapitre, cultivent ce cépage et nous ont fourni des échantillons de moûts et de vins nécessaires à cette étude. Nos résultats ont par ailleurs été comparés avec ceux obtenus sur vin monocépage de Chardonnay produit également par le domaine du Chapitre.

Après différentes analyses de base (pH, acidité totale, acide malique...) et une analyse sensorielle, l'extraction d'arômes a été menée par la technique SAFE (Solvent Assisted Flavour Evaporation) pour une vision globale et par la méthode dite p-HMB pour une analyse spécifique des thiols. La GC-MS et la GC-O (méthode AEDA, Aroma Extract Dilution Analysis) nous ont permis l'identification et la quantification des molécules aromatiques d'intérêt.

Trois molécules sont ainsi ressorties comme relativement caractéristiques des vins monocépages de Solaris belges : l'acide 3-méthylbutanoïque, le furanéol et le DMS. D'autres molécules intéressantes ont été mises en évidence pour la première fois dans un vin de Solaris. C'est le cas du 3-sulfanylhéxanol qui pourrait très certainement être exploité par l'œnologue pour amener de la fraîcheur aux vins. Nous avons aussi retrouvé quelques dérivés du théaspirane tels que la 4-hydroxy-7,8-dihydro- β -ionone qui peuvent générer de magnifiques notes olfactives, à l'instar de ce qu'elles créent dans les vins de Sauternes ou le vin jaune du Jura.

Cette étude nous a également permis de confirmer la présence d'autres arômes bien connus en œnologie. C'est le cas de la β -damascénone que nous retrouvons dans des concentrations allant jusque 3,7 ppm. Outre son odeur caractéristique de compote de pomme, elle pourrait aussi apporter aux vins de Solaris une belle complexité par effet de synergie avec d'autres molécules.

L'absence de linalol au-dessus de son seuil de perception olfactif est également un résultat important de notre étude, compte tenu de l'occurrence de cette molécule dans tant de vins blancs de par le monde.

En conclusion, le vin de Solaris belge, bien que possédant parfois quelques défauts de lourdeur aromatique, semble posséder de nombreux atouts. C'est probablement par sa belle acidité et son potentiel en thiols polyfonctionnels qu'il peut créer une belle fraîcheur, en équilibre subtil avec des arômes plus doux et avec une certaine rondeur.