



HAL
open science

Impact du passage en chambre froide de la vendange de sauvignon blanc sur le pressurage et la qualité du vin

Areti Tsaktsarli

► **To cite this version:**

Areti Tsaktsarli. Impact du passage en chambre froide de la vendange de sauvignon blanc sur le pressurage et la qualité du vin. Sciences du Vivant [q-bio]. 2024. dumas-04751364

HAL Id: dumas-04751364

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04751364v1>

Submitted on 24 Oct 2024

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

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



MÉMOIRE

PRÉSENTÉ À L'UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

POUR L'OBTENTION DU

DIPLÔME NATIONAL D'ŒNOLOGUE

PAR ARETI TSAKTSARLI

Château Olivier
GRAND CRU CLASSÉ

Impact du passage en chambre froide de la vendange de sauvignon blanc
sur le pressurage et la qualité du vin.

Soutenu devant la commission d'examen
de la première session 2024

RÉSUMÉ

En vue de l'obtention du Diplôme National d'Œnologue, le stage de fin des études d'une durée de six mois a été réalisé au Château Olivier, Grand Cru Classé de Graves, qui fait partie de l'appellation Pessac-Léognan. Ce mémoire s'articule autour de la période de stage en passant par le travail de la vigne jusqu'au chai, en décrivant les pratiques viticoles et les techniques de vinifications en blanc et en rouge. Château Olivier étant une structure avec une forte volonté d'amélioration constante, il m'a fait confiance pour réaliser une étude examinant l'impact du passage en chambre froide de la vendange de sauvignon blanc, sur le pressurage, par rapport la qualité et la quantité du jus extrait, et sur la qualité du vin produit. Cette étude est orientée vers l'effet du refroidissement des raisins de sauvignon blanc sur le phénomène de l'oxydation enzymatique. Des mesures sur le moût, au cours du pressurage, ont été réalisées à l'aide du *Nomasense polyscan C200*[®]. De plus, deux molécules indicatrices, le glutathion réduit et l'acide caftarique, ont été choisies pour les doser. Enfin, l'analyse sensorielle viens à compléter notre étude.

Mots clés : mémoire DNO, refroidissement de la vendange, oxydation enzymatique.

ABSTRACT

In order to acquire the Diplôme National d'Œnologue, the final internship of six months was carried out at Château Olivier, which is in the appellation Pessac-Leognan and is classified as Grand Cru of Graves. This dissertation revolves around the internship period, from the vineyard to the winery, by describing viticultural practices and winemaking techniques. Due to the fact that Château Olivier is an establishment with a strong will for constant improvement, they trusted me to carry out a study, investigating the impact of precooling the harvest of sauvignon blanc with the use of a refrigeration room, on the process of pressing, in terms of the quality and quantity of the extracted juice, and finally on the quality of the wine produced. This study focuses on the effect of cooling the grapes of sauvignon blanc on the phenomenon of enzymatic oxidation. Measurements were made on the must during pressing, using the *Nomasense polyscan C200*[®]. In addition, two indicator molecules, reduced glutathione and caftaric acid, were chosen to be analyzed. Finally, sensory analysis completed our study.

Key words : dissertation DNO, postharvest cooling of wine grapes, enzymatic oxidation.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier l'ensemble de l'équipe du Château Olivier, pour leur accueil et pour me permettre d'effectuer mon stage au sein de cette entreprise.

Je remercie fortement Anthony Gariador, maître de chai, pour sa confiance, son accompagnement, sa volonté de trouver toujours des solutions, son éthique et son essai à apprendre la langue grecque dès le début de ce stage. Je tiens à remercier aussi Madame Lavigne-Cruege pour la transmission des connaissances et pour sa gentillesse.

Je remercie Monsieur Darriet, mon tuteur, pour son aide et ses réponses sur mes questions, et Madame Marchand-Marion pour sa présence constante durant la totalité du stage. Je remercie aussi Madame Lytra pour son aide sur la mise en place de ma dégustation.

J'aimerais remercier Monsieur Christophe Ollivier pour son aide constant et pour être une vraie inspiration dans le monde d'œnologie.

Je remercie particulièrement mes co-stagiaires Konstantina et Baibhaw qui m'ont supporté dès la première minute de ce stage et qui avaient toujours une bonne humeur.

Je remercie, également, Madame Solange pour son aide jour et nuit.

Je remercie tous mes amis : Koulis, Maria, Foteini, Vasilis, Theofilos, Yara, Argyro, Gina, Onur, Quentin et Saverio pour leur patience illimitée et leur soutien.

Ma mère qui m'avoir accompagnée durant les moments de doutes et mon père pour être une encyclopédie disponible chaque jour et une vraie inspiration.

Enfin et surtout, je remercie fortement mon frère Mihalis, car sans lui ce mémoire et mes études à Bordeaux n'auraient jamais été possible.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ	I
REMERCIEMENTS	II
LISTE DES ABRÉVIATIONS	V
LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX	VII
LISTE DES ANNEXES	VIII
INTRODUCTION	1
PARTIE I : PRÉSENTATION DE LA VITICULTURE DU MILLÉSIME 2023	2
1. PRÉSENTATION DU VIGNOBLE	2
2. MILLÉSIME 2023	3
3. PRATIQUES VITICOLES	5
3.1. LA TAILLE	5
3.2. TRAVAUX DU SOL	6
3.3. AMENDEMENTS ET FERTILISATION	6
3.4. TRAVAUX EN VERT	7
3.4.1. ÉPAMPRAGE	7
3.4.2. (RE)LEVAGE.....	7
3.4.3. ÉCIMAGE ET ROGNAGE	7
3.4.4. EFFEUILLAGE ET ÉCHARDAGE	7
3.4.5. VENDANGE EN VERT	8
4. TRAITEMENT PHYTOSANITAIRE	8
4.1. SUIVI DE BIOAGRESSEURS	8
4.2. TRAITEMENTS DE L'ANNÉE 2023	8
5. DE LA MATURATION À LA MATURITÉ	9
6. RÉCOLTE	9
7. ANALYSE CRITIQUE	9
PARTIE II : LA PAROLE AU VIN	11
1. VINIFICATION EN BLANC	11
1.1. OPÉRATIONS PRÉFERMENTAIRES.....	11
1.1.1. ITINÉRAIRE DE LA RÉCEPTION	11
1.1.2. LE PRESSURAGE	12
1.1.3. CLARIFICATION ET AJUSTEMENT DE TURBIDITÉ	13
1.2. CONDUITE DE LA FERMENTATION ALCOOLIQUE.....	14
1.3. CHAQUE FIN (DE LA FERMENTATION ALCOOLIQUE) EST UN NOUVEAU DÉPART (ÉLEVAGE)	15
2. ANALYSE CRITIQUE.....	16
3. VINIFICATION EN ROUGE	16
3.1. RÉCEPTION	16
3.2. ENCUVAGE ET LEVURAGE.....	17

3.3. FERMENTATION ALCOOLIQUE ET EXTRACTION	18
3.4. MACÉRATION POST-FERMENTAIRE À CHAUD	19
3.5. ÉCOULAGE	19
3.6. ÉLABORATION DE VIN DE PRESSE.....	19
3.7. LA FERMENTATION MALOLACTIQUE.....	20
3.8. ÉLEVAGE.....	21
4. ANALYSE CRITIQUE.....	21

PARTIE III : PRÉSENTATION DE L'EXPÉRIMENTATION 23

3.1 MISE EN CONTEXTE	23
3.2. ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE	23
3.2.1. COMPOSÉS PHÉNOLIQUES DU RAISIN BLANC	23
3.2.2. GLUTATHION.....	24
3.2.3. OXYDATION ENZYMATIQUE	25
3.2.3.1. POLYPHÉNOL-OXYDASE.....	25
3.2.3.2. BRUNISSEMENT DU MOÛT BLANC.....	25
3.2.3.3. RÉACTIVITÉ AVEC LES THIOLS.....	26
3.2.4. IMPACT DU REFROIDISSEMENT SUR L'ACTIVITÉ PPO	26
3.2.5. STOCKAGE PRÉFERMENTAIRE À FROID DES RAISINS DE CUVE.....	27
3.3. MISE EN PLACE DE L'EXPÉRIMENTATION	28
MATÉRIELS ET MÉTHODES	28
3.3.1. PARCELLES ÉTUDIÉES.....	28
3.3.2. MODALITÉS.....	28
3.3.3. TEMPÉRATURE DES MODALITÉS	28
3.3.4. MODALITÉS B6 TÉMOIN ET B6 REFROIDIE.....	29
MESURES SUR LE MOÛT AU NIVEAU DU PRESSURAGE.....	29
3.3.5. POLYSCAN®	29
3.3.6. MESURES DE POLYSCAN ET DE VOLUME	30
ANALYSES SUR LES P1 B6T ET B6R.....	30
3.3.7. GLUTATHION RÉDUIT.....	30
3.3.8. DENSITÉ OPTIQUE À 420 NM.....	31
ANALYSES AU VIN B6T ET B6R.....	31
3.3.9. GSH, ACIDES PHÉNOLS ET DO420	31
3.3.10. ANALYSE SENSORIELLE-TEST TRIANGULAIRE	31
3.4. RÉSULTATS ET DISCUSSION	32
3.4.1. VOLUME DE P1 ET POLYSCAN®.....	32
3.4.2. GLUTATHION RÉDUIT ET DO 420 AU P1	34
3.4.3. GLUTATHION RÉDUIT, ACIDES PHÉNOLS ET DO420 AU VIN.....	35
3.4.4. ANALYSE SENSORIELLE	37
4. COÛT DE LA CHAMBRE FROIDE.....	38
5. COMPARAISON DU PROJET INITIAL ET FINAL.....	38
6. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES	39

CONCLUSION GÉNÉRALE 40

BIBLIOGRAPHIE..... 41

LISTE DES ABRÉVIATIONS

AT :	acidité totale
AH :	acides hydroxycinnamiques
AV :	acidité volatile
CO ₂ :	dioxyde de carbone
Cu :	cuivre
CPG :	chromatographie en phase gazeuse
DO420 :	densité optique à 420 nm
FA :	fermentation alcoolique
FML :	fermentation malolactique
FDL :	détection de fluorescence
GSH :	glutathion réduit
GRP :	acide 2-S-glutathionyl caftarique
GRP2 :	acide di-glutathionyl-2,5-caféolytartrique
g :	gramme
GSSG :	glutathion oxydé
ha :	hectare
HPLC :	chromatographie liquide haute performance
h :	heure
hL :	hectolitre
H ₂ S :	hydrogène de sulfure
IBMP :	2-méthoxy-3-isobutylpyrazine
IPT :	indice de polyphénols totaux
IRTF :	Infra-rouge à Transformée de Fourier
kg :	kilogramme
L.Q. :	limite de quantification
L :	litre
LSA :	Levures Sèches Actives
mm :	millimètre
mL :	millilitre
mbar :	millibar
m :	mètre
MS :	spectrométrie de masse
MPFC :	macération post fermentaire à chaud

Mde :	madame
M :	monsieur
Nass :	azote assimilable
NTU :	unité de trouble néphélobométrique
N ₂ :	azote
O ₂ :	oxygène
Press max :	pression maximale
Press min :	pression minimale
PPO :	polyphénol-oxydase
PCR :	polymerase chain reaction
QPCR :	PCR quantitative
R :	rebêchage
SO ₂ :	anhydride sulfureux
<i>Superstart</i> [®] :	préparateur de levures (à base d'autolysats des levures) à utiliser pour la réhydratation des LSA
<i>Thiazote Ph</i> [®] :	phosphate d'ammonium et thiamine
TAVp :	titre alcoométrique volumique probable
TAV :	titre alcoolique volumique
T max :	température maximale
T min :	température minimale
t :	tonne
V :	volt
% v/v :	pourcentage volumique
° :	degré
°C :	degré Celsius

LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

Figure 1. Illustration de principaux types de sols (coupe du vignoble) (réalisation : auteur)....	2
Figure 2. Température moyenne en décembre 2022 et en janvier 2023.	3
Figure 3. Température et pluviométrie d'avril à juin.....	4
Figure 4. Température maximale et minimale et pluviométrie au cours de la maturation.....	5
Figure 5. Pluviométrie et nombre de traitements contre le mildiou (dernier traitement pour les blancs le 10/08 et pour les rouges le 17/08).	8
Figure 6. Présentation de la réception pendant la vendange de blancs (réalisation : auteur).	11
Figure 7. Obtention de P1 (droite) et P2 (gauche) (réalisation : auteur).....	13
Figure 8. Présentation de la réception pendant la vendange de rouges (réalisation : auteur).	17
Figure 9. Programme du <i>pressurage</i> et étape de l'obtention de P1 de chaque modalité (B9T : témoin, B9R : refroidie, B6T : témoin, B6R : refroidie).....	28
Figure 10. Évolution de l'indice Phénol au cours du pressurage pour les modalités B6 (gauche) et B9 (droite).....	33
Figure 11. Cinétique de la fermentation alcoolique pour les modalités B6 témoin (en bleu) et B6 refroidie (en jaune).....	36
Tableau 1. Programme d'extraction par remontage et pigeage.	18
Tableau 2. Température des modalités de l'expérimentation.	29
Tableau 3. Codes à trois chiffres de chaque modalité sur la réalisation du test triangulaire. .	31
Tableau 4. Rendement en jus P1 de chaque modalité.	32
Tableau 5. Teneur en GSH et DO420 du P1 B6T et B6R.	34
Tableau 6. Teneur en azote assimilable du P1 B6T et B6R.....	35
Tableau 7. Teneurs en GSH, acide caftarique et DO420 nm des modalités au niveau du vin..	35
Tableau 8. Teneur en acides phénols de chaque modalité au niveau du vin.....	37
Tableau 9. Coût de la chambre froide.	38

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1. Extrait de la table de la loi binomiale pour une probabilité de 1/3 - test triangulaire.	46
Annexe 2. Fiche du test triangulaire.....	46
Annexe 3. Étude par Mme Lagarde-Pascal sur l'effet de la température à la mesure polyscan®	47
Annexe 4. Analyses classiques des modalités : vin B6T et B6R.....	48
Annexe 5. Projet initial.	48-49

INTRODUCTION

Le Château Olivier, Grand Cru Classée de Graves en blanc et en rouge est situé à onze kilomètres de Bordeaux et il fait partie de l'appellation Pessac-Léognan. Au sein de cette propriété de 230 hectares incluant une forêt de chênes et de pins, le vignoble de 54 hectares est implanté sur deux croupes de graves distinctes.

Une des principales caractéristiques du Château Olivier réside dans le fait qu'il constitue un domaine familial. La famille de Bethmann en est propriétaire depuis le XIXe siècle. Elle a décidé de faire un « retour aux sources » pour le Château Olivier, puisque des vignes y étaient déjà plantées au XVIIIe siècle. En collaboration avec l'équipe dirigeante qui se compose du directeur technique, M. Stoeckle, du maître de chai, M. Gariador, du chef de culture M. Wilis, encadrés par le directeur général M. Lebrun, et l'œnologue conseil, Mme Lavigne-Cruege, l'orientation de la production est vers un vin toujours plus qualitatif.

Ce mémoire s'articulera en trois parties. La première est consacrée à la viticulture ; elle présente le vignoble, les pratiques viticoles mises en place, ainsi que le millésime 2023. La deuxième décrit la vinification en blanc et en rouge du millésime 2023. La troisième est consacrée à la présentation de mon étude sur l'impact du stockage court de la vendange de sauvignon blanc dans la chambre froide, sur l'opération du pressurage et sur le produit final. Y seront détaillés l'ensemble des conditions expérimentales. Les résultats et les perspectives seront aussi présentés.

Partie I : PRÉSENTATION DE LA VITICULTURE DU MILLÉSIME 2023

1. PRÉSENTATION DU VIGNOBLE

Le Château Olivier occupe 54,3 hectares de vignes, comprenant 28 ha de merlot, 19 ha de cabernet-sauvignon, 1,7 ha de petit verdot, 4,7 ha de sauvignon blanc et 0,9 ha de sémillon, situés dans la zone de Pessac-Léognan.

Le vignoble s'étend principalement sur deux croupes et se caractérise par la présence des graves. Selon les deux études menées par Xavier Choné, dans le cadre de l'amélioration de la gestion du vignoble et du potentiel œnologique de la vendange, il a été possible de différencier treize types de sol. Les principales caractéristiques du vignoble sont présentées par la suite.

Sur la première croupe, le sol se compose de graves meubles et profondes, où est planté le cabernet-sauvignon, encadré par un sol sablo-graveleux. Vers les coteaux, apparaissent des marnes argileuses et du calcaire, où est planté du merlot. Enfin, le bas des pentes où le calcaire est plus présent favorisant l'évacuation progressive de l'eau et la circulation de l'air, s'accompagne d'une maturation plus lente des raisins, accueille les cépages blancs.

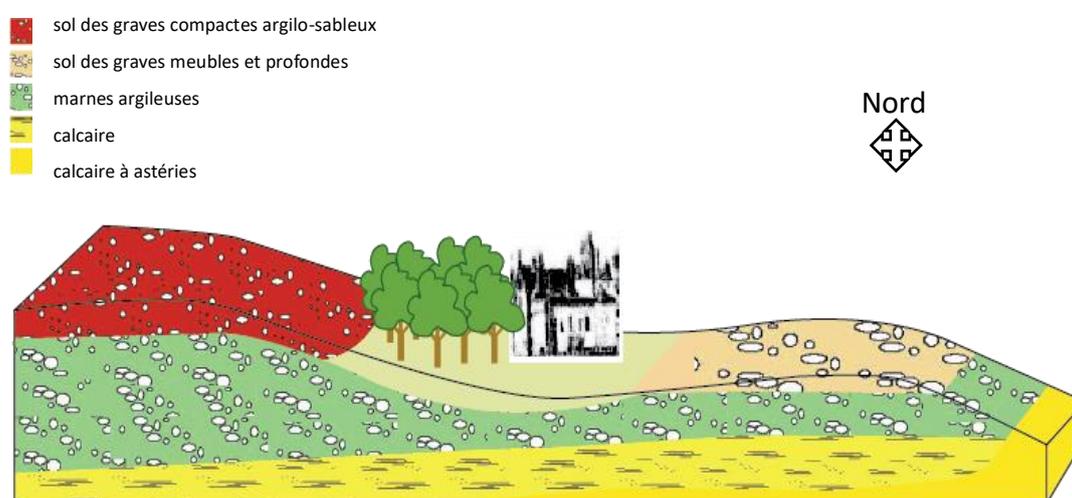


Figure 1. Illustration de principaux types de sols (coupe du vignoble) (réalisation : auteur).

La deuxième croupe, le Bel air, vers l'ouest, se caractérise par un sol des graves compactes argilo-sableux, où seul du cabernet-sauvignon est planté. Les graves permettent un bon drainage de l'eau. Les graves captent et emmagasinent la chaleur du soleil, ce qui facilite la maturation de ce cépage tardif, tandis que l'argile maintient d'une réserve d'eau. Ce cabernet-sauvignon rentre systématiquement dans l'assemblage du premier vin.

Il existe actuellement six porte-greffes sur l'ensemble du vignoble. En fonction du sol et du cépage, différents porte-greffes sont utilisés. Par exemple, le cabernet-sauvignon de Bel Air est plutôt associé au *Riparia Gloire de Montpellier*. Le sauvignon blanc au bas des pentes avec le *3309 Couderc*. Le merlot sur les sols avec une richesse avec le *101-14 Millardet et Grasset*.

La densité moyenne à l'hectare est de 7.100 pieds avec un écartement entre les deux rangs de 1,40 mètres et un écartement intercep de 1 mètre. Le palissage est vertical en espalier ascendant. Deux paires des fils mobiles à chaque rang permettent de palisser la vigne pendant sa croissance végétative. La hauteur de palissage est de 1,60 mètres.

2. MILLÉSIME 2023

Novembre 2022 a été particulièrement chaud, mais une période de froid a été enregistrée à partir de début jusqu'à mi-décembre, suivi par un adoucissement jusqu'à mi-janvier où les températures ont baissé drastiquement, comme présenté sur la figure 2. L'action du froid est nécessaire à la levée de l'endo-dormance des bourgeons latents (Koussa,1994) et ainsi cet adoucissement peut-être a influencé cette étape.

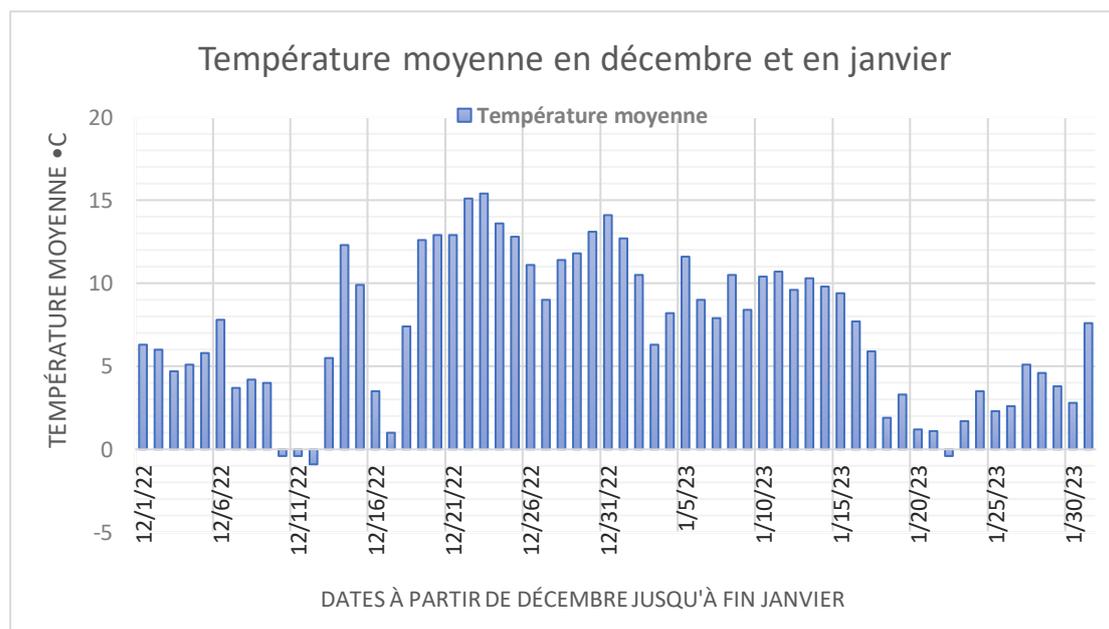


Figure 2. Température moyenne en décembre 2022 et en janvier 2023.

En printemps, des périodes fraîches et douces, voire chaudes, se sont succédées. Le résultat était un débourrement au début d'avril 2023, pas aussi précoce qu'en 2022. En plus, le printemps était caractérisé par des précipitations régulières. La combinaison de chaleur, des périodes pluvieuses et des hygrométries élevées, a induit une pression forte de mildiou.

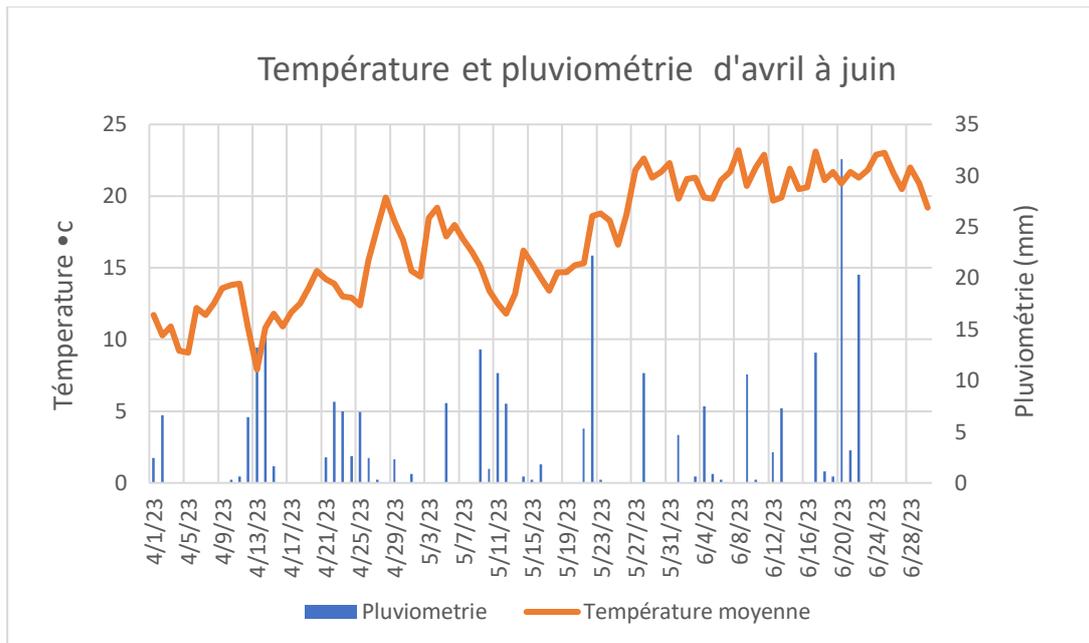


Figure 3. Température et pluviométrie d'avril à juin.

En même temps, ces températures favorisent l'activité photosynthétique et les conditions pluvieuses renforcent la disponibilité en eau, tout en favorisant la croissance de la partie végétative. La floraison a débuté vers fin mai – début juin, et a progressé très rapidement dans des conditions particulièrement chaudes et favorables.

Début juin, les températures sont de nouveau augmentées et les précipitations étaient encore une fois importantes, comme présenté sur la figure 3. Ces conditions favorisent la croissance végétative des baies et leur grossissement, mais aussi la propagation du mildiou. Toutefois, le Château avait une forte réactivité vis-à-vis de la pression de mildiou, avec des traitements très resserrés et des adaptations des travaux en vert, présentés par la suite.

Juillet s'est poursuivi avec des températures comparables mais sec. La véraison a débuté la dernière semaine de juillet et s'est étalée sur trois semaines pour les parcelles chargées. La charge était élevée dans les parcelles peu impactées par le mildiou, en raison de la fertilité élevée, des conditions de la floraison favorables et du fait que l'équipe technique a décidé de ne pas réaliser d'éclaircissage.

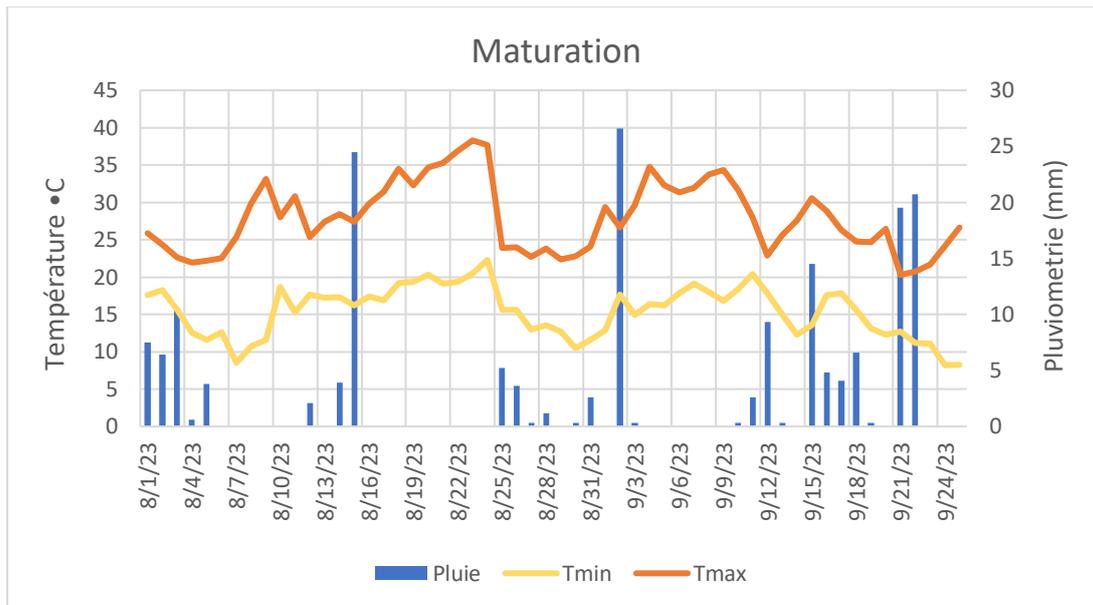


Figure 4. Température maximale et minimale et pluviométrie au cours de la maturation.

La maturation s’est déroulée dans un contexte caniculaire à partir de mi-août, comme présenté sur la figure 4. Ces conditions très chaudes accompagnées d’un début de contrainte hydrique, favorisent la dégradation de l’acide malique (Venios et al. 2020). La chaleur au cours de cette période, a favorisé la synchronisation de la maturité technologique et aromatique des parcelles de sauvignon blanc chargées, dont la vendange a débuté le 30 août. Début septembre, le second épisode caniculaire, qui pouvait bloquer la synthèse des anthocyanes (Wu et al. 2019), et les orages, ont influencé le démarrage des vendanges de merlot, qui ont débuté le 14 septembre. Le cabernet-sauvignon continuait à mûrir, mais en raison des pluies, qui peuvent entraîner des phénomènes de dilution, sa récolte a débuté le 25 septembre.

3. PRATIQUES VITICOLES

Chaque année, les pratiques viticoles sont adaptées en fonction du millésime. En outre, le fait que depuis 2021, le Château s’engage dans une conversion biologique, joue un rôle prédominant sur la conduite du vignoble.

3.1. LA TAILLE

Au Château Olivier trois types de taille sont appliquées, après la chute des feuilles : le guyot médocain, le guyot mixte et le cordon de Royat.

Le guyot médocain est appliqué principalement sur le cabernet-sauvignon et le sauvignon blanc, afin de maîtriser le rendement en sous-chargeant les astes pour de favoriser le départ de tous les bourgeons. Le guyot mixte sur le merlot et le cordon de Royat sur le sémillon, afin de mieux maîtriser le rendement. Les consignes du chef de culture aux

prestataires chargés de la taille, dépendent de l'objectif du rendement, de la vigueur et de la santé de la plante.

Le guyot médocain, peut entraîner un allongement excessif et, par conséquent, un entassement des bras entre les pieds de vigne. Sur les parcelles où ce phénomène est remarqué, la consigne du chef de culture est de laisser un courson à un œil franc sur le vieux bois, afin de se rapprocher du centre de la plante.

Pour le guyot mixte, l'aste est chargée de quatre bourgeons et chaque courson de deux. Pour le cordon, chaque bras a trois porteurs avec un courson à deux yeux.

Le bois de taille est ensuite placé dans l'inter-rang, un rang sur deux, afin d'être broyé, pour restituer au sol un peu de matière organique. Enfin, le pliage des astes est réalisé par les tailleurs, afin de faciliter le palissage de la vigne lors de sa croissance.

3.2. TRAVAUX DU SOL

Cette année, le travail du sol avait comme objectif principal la lutte contre les adventices au niveau de l'inter-cep.

À la sortie des vendanges, les pieds de vigne sont chaussés. Le chaussage permet de déraciner les adventices présentes sous le rang et de limiter la concurrence. Ensuite, au début du printemps, les pieds sont déchaussés, afin d'enlever les herbes qui avait repoussées au niveau de l'intercep et de limiter encore une fois la concurrence mais aussi l'humidité au niveau de la plante. Dès que les adventices repoussent, le chaussage et le déchaussage sont répétés.

Dans l'inter-rang, un enherbement spontané est laissé, afin d'améliorer la portance du sol et d'éviter les risques d'érosion, car cette année avec la pression de mildiou le passage des engins pour la réalisation des traitements était très fréquent. Sa maîtrise a été faite tout au long de la saison à l'aide d'une tondeuse. En juillet, quand le temps était sec, afin de limiter la concurrence hydrique, l'enherbement a été enfoui.

3.3. AMENDEMENTS ET FERTILISATION

À la fin des vendanges, certaines parcelles (rotation annuelle des parcelles), reçoivent du compost végétal, afin d'améliorer la structure du sol. En hiver, dans le but de maintenir ou d'élever le pH du sol sur certaines parcelles, un amendement basique (calco-magnésien) est réalisé. Enfin, en fonction de la vigueur de chaque parcelle, une fertilisation avec de l'azote organique est réalisée.

3.4. TRAVAUX EN VERT

3.4.1. ÉPAMPRAGE

Deux types d'épamprage sont effectués au Château : sur le tronc et sur la tête de souche. Lorsque les pousses sont suffisamment développées mais encore souples, afin d'éviter les plaies du bois, elles sont décrochées. L'épamprage est fait manuellement. Les pampres sont éliminés, car en consommant des assimilés, ils concurrencent la croissance des bourgeons. De plus, en les enlevant, l'entassement de la végétation est évité et le risque des contaminations par le mildiou est diminué. En même temps, l'efficacité des traitements est favorisée. Enfin, en même temps que l'épamprage, le dédoublage est aussi réalisé.

3.4.2. (RE)LEVAGE

La vigne est palissée pendant sa croissance végétative à l'aide des deux fils mobiles situés de chaque côté du rang. Plusieurs passages sont nécessaires, selon la vigueur et l'homogénéité de chaque parcelle. Le premier est réalisé lorsque les pousses sont suffisamment longues mais encore souples. Le relevage est fait lorsque la végétation augmente. Ces opérations ont comme objectif de maintenir les rameaux droits, d'éviter l'entassement de la végétation et une meilleure interception de la lumière par les feuilles.

3.4.3. ÉCIMAGE ET ROGNAGE

Juste après le relevage, deux opérations sont réalisées : l'écimage afin de fixer la hauteur de feuillage et le rognage afin de fixer la hauteur mais aussi l'épaisseur de feuillage. Ces travaux sont faits mécaniquement. En se basant sur le coefficient de palissage, qui indique que la surface foliaire a une dimension optimale lorsque la hauteur de feuillage correspond à 0,6 à 0,8 fois la largeur de l'écartement entre les rangs, le Château choisit d'avoir une hauteur de feuillage de 1,10 m.

3.4.4. EFFEUILLAGE ET ÉCHARDAGE

Juste après la fin de la floraison, les plantes sont effeuillées manuellement du côté soleil levant. Cet effeuillage précoce a comme objectif une aération de la zone des grappes et une meilleure pénétration des produits phytosanitaires.

La suppression de l'apex primaire lève l'inhibition du prompt bourgeon et donc favorise la sortie des entre-cœurs (Bessis 1965). L'échardage consiste à éliminer les entre-cœurs. Alors, avec l'échardage, la compétition entre la partie végétative et reproductive est limitée et la zone fructifère est aérée. En plus, l'accumulation de l'IBMP, qui est corrélée avec le caractère poivron vert, est moindre dans les baies, quand les entre-cœurs sont supprimés avant la fermeture de grappe (Boubee 2003).

3.4.5. VENDANGE EN VERT

Cette année, à cause de la pression de mildiou, l'équipe technique du Château a décidé de ne réaliser la vendange en vert que sur les jeunes vignes, afin de préserver leur physiologie et la pérennité de la plante.

4. TRAITEMENT PHYTOSANITAIRE

4.1. SUIVI DE BIOAGRESSEURS

Le Château engage la société *DIONYS*[®] pour le suivi de bioagresseurs. A partir d'avril, une fois par semaine, des contrôles sont réalisés sur des parcelles spécifiques. Le paramètre à évaluer est la fréquence d'attaques. Le mildiou et la cicadelle verte sont les bioagresseurs qui ont nécessité le plus d'attention cette année.

4.2. TRAITEMENTS DE L'ANNÉE 2023

La société *DIONYS*[®] assure également les préconisations pour les traitements, les produits et les doses appliquées.

Concernant le mildiou, les traitements ont débuté le 20 avril, lorsque la végétation était minimale, avec des produits à base de cuivre. Les doses réglementaires en agriculture biologique sont de 28 kg / ha / 7 ans. Cette année, 6,3 kg/ha ont été pulvérisés. Le Château a choisi de renouveler le traitement chaque fois qu'une pluie supérieure à 10 mm a été enregistrée. Compte tenu des conditions favorables pour son installation et développement et des événements fréquents de pluie, cette année le nombre des passages pour traiter la vigne a été important (22 passages, comme présenté dans la figure 4). Après la véraison les baies ne sont plus sensibles au mildiou et les traitements sont faits seulement au niveau du feuillage.

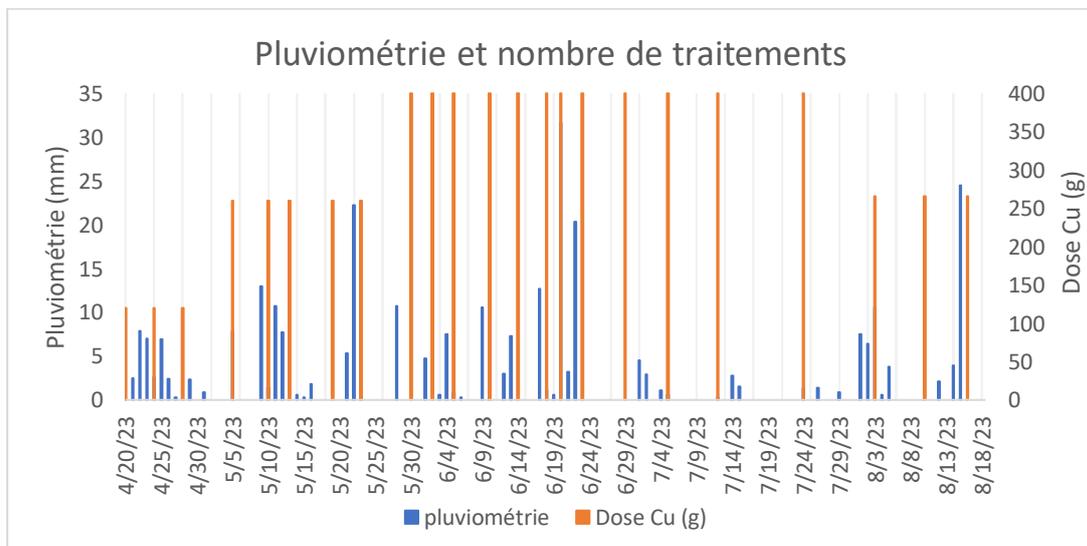


Figure 5. Pluviométrie et nombre de traitements contre le mildiou (dernier traitement pour les blancs le 10/08 et pour les rouges le 17/08).

Concernant la cicadelle verte, dont la présence au vignoble du Château est liée à la proximité de la forêt et les conditions humides, des traitements à base d'argile ont été réalisés à partir de juillet. L'argile crée un film protecteur sur feuilles et empêche la ponte de la cicadelle.

Pour lutter contre les ravageurs Cochyliis et Eudémis, un système de confusion sexuelle est employé afin de limiter le nombre d'accouplement des adultes. Cette année, le mois de juillet a été sec et sur les bordures des parcelles sont apparues une deuxième et par la suite une troisième génération d'Eudémis. Des traitements avec *Spinosad*[®] (matière active : spisosynes bactériennes) ont aussi été utilisés.

Enfin, en plus de cela, un traitement par pyrèthrine contre les vecteurs de la flavescence dorée est effectué.

5. DE LA MATURATION À LA MATURITÉ

En fonction des contrôles de la maturité technologique et de la dégustation des baies, le Château choisit la date de récolte la plus adaptée.

Pour les raisins blancs et rouges, dix grappes de chaque parcelle sont prélevées au hasard, en alternant les niveaux de prélèvement et de manière représentative de la parcelle en évitant les premiers rangs et les premières piquetées. Une fois prélevées, elles sont transmises au laboratoire d'analyse Excell, qui réalise les analyses suivantes : sucres fermentescibles, acidité totale, pH et acide malique, afin de suivre le progrès de la maturation. L'équipe du chai, réalise, également, des mesures de densité et de pH, et la pesée 200 baies issues de dix grappes.

La dégustation des baies est l'étape clé quant à ce choix. Avec l'œnologue conseil, l'équipe technique goût des baies prélevées aléatoirement sur chaque parcelle pour évaluer leur qualité.

6. RÉCOLTE

La vendange est réalisée manuellement, par des prestataires, dans des cagettes de 32 L. Trente cagettes sont empilées sur des palettes et transportées vers la réception par des tracteurs.

7. ANALYSE CRITIQUE

Dans le contexte du changement climatique, le Château souhaite à expérimenter avec des porte-greffes résistants à la sécheresse, tels que le *Richter 110*, lors de la future plantation de cabernet-sauvignon sur sol graveleux profond.

Concernant la taille en guyot médocain, même si l'équipe de la vigne tente de maîtriser l'allongement excessif des bras en laissant un retour, l'inconvénient majeur reste

les grosses plaies sur le tronc. Le flux de sève n'est pas très bien respecté et il peut y avoir comme résultat le dépérissement de la souche. Le guyot double pourrait être une alternative, car le rendement peut être plus facilement gérable et la circulation latérale de la sève par le dessous du cep n'est pas interrompue. Il s'agit d'un type de taille plus respectueux de la physiologie du pied de vigne par rapport le guyot médocain.

Enfin, cette année l'équipé de la vigne a toujours été présente afin de réaliser des traitements très serrés pour sauver la récolte du mildiou. Concernant la vendange en vert, à mon avis une maîtrise du rendement aurait pu favoriser la maturation homogène des grappes, mais la décision du Château se justifie par la forte pression de mildiou.

Partie II : LA PAROLE AU VIN

1. VINIFICATION EN BLANC

Les qualités souhaitées concernant le Château Olivier blanc sont les suivantes: l'expression du potentiel aromatique du sauvignon blanc, la fraîcheur et le potentiel de garde. Ainsi, sont réalisées des pratiques qui favorisent la protection des moûts vis-à-vis de l'oxydation et la préservation de l'acidité des raisins. Concernant le Dauphin d'Olivier, le même schéma de vinification est suivi. L'assemblage reste dépendant de chaque millésime et des objectifs commerciaux du Château.

1.1. OPÉRATIONS PRÉFERMENTAIRES

1.1.1. ITINÉRAIRE DE LA RÉCEPTION

Une fois au Château, les palettes de vendange, sont pesées. Le suivi de poids de la vendange permet de calculer le rendement en jus et donc d'organiser le remplissage du pressoir. Ensuite, les palettes sont posées sur une table élévatrice, afin de soulager l'opérateur qui vide la cagette sur la table vibrante, où deux personnes éliminent des feuilles.

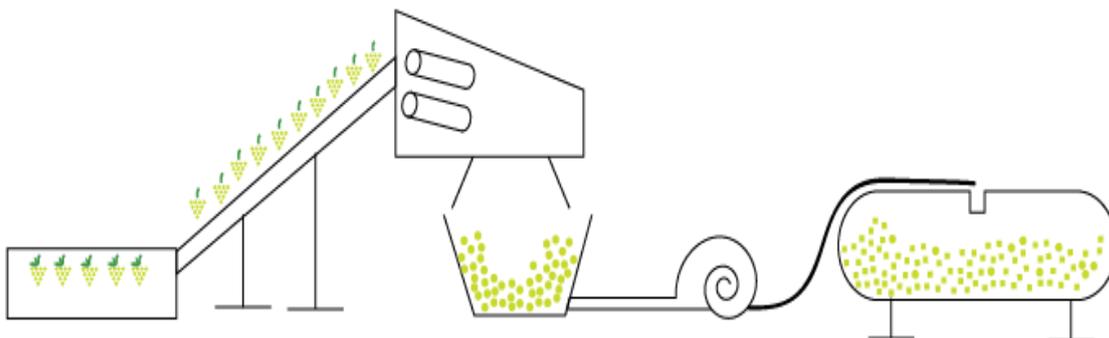


Figure 6. Présentation de la réception pendant la vendange de blancs (réalisation : auteur).

Ensuite, comme présenté dans la figure 5, le convoyeur élévateur à bande élève les grappes jusqu'à l'érafloir. Les baies sont séparées des rafles sous l'effet d'oscillation, qui limite la trituration de la baie. Les rafles sont transportées vers un broyeur, qui aboutit à une benne destinée à stocker les déchets verts à court terme. Les baies tombent dans la trémie de la pompe péristaltique, laquelle alimente le pressoir pneumatique horizontal en cage fermé, de 50 hL. Au cours du remplissage la cage est inertée avec du CO₂ sous pression et avec des ajouts de carboglace.

La récolte du matin est pressée le jour même. Celle de l'après-midi est stockée dans le conteneur frigorifique, à basse température (7°C), afin d'être pressée le lendemain. Ainsi, le lendemain, la ligne de réception commence tôt le matin, avec la vendange de la veille et

continue l'après-midi avec celle du matin. Si deux pressoirs sont réalisés sur la même parcelle, les lots obtenus sont assemblés, afin d'être co-vinifiés.

À la fin de chaque journée, le nettoyage et la désinfection de la ligne de réception ont lieu, afin de maintenir l'hygiène de la ligne et le pressoir est attentivement rincé à l'eau.

1.1.2. LE PRESSURAGE

Un programme de pressurage dure deux heures et trente minutes, pendant lesquels il y a une augmentation progressive de pression de 0,01 à 1,8 bar. La phase de l'égouttage se fait sous pression de 0,01-0,02 bar. Lors du pressurage, deux fractions de jus sont différenciées : la P1 (jus d'égouttage, début de pressée) et la P2 (jus de fin de la pressée). Le programme de pressurage utilisé est choisi, afin de favoriser l'obtention d'un maximum de volume de jus P1 aux faibles pressions et avec un minimum de rebêchages, afin que l'extraction soit sélective.

La séparation en P1 et P2 est faite à l'aide du *Nomasense polyscan C200*[®] appelé *polyscan*[®], en suivant l'indice Phénox, qui indique la présence des composés oxydables en solution. Le fonctionnement du *polyscan*[®] est présenté dans la partie III. Lorsqu'une augmentation de 70 unités entre les deux dernières valeurs de Phénox est mesurée, la séparation est réalisée. La variation du pH est également prise en compte (lors d'une augmentation de 0,3 de la valeur initiale). Le pH, en qualifiant le niveau d'acidité, suit indirectement, la diffusion de potassium au cours du pressurage. Le rendement en jus de P1 joue aussi un rôle important sur le moment de la différenciation. Enfin, lors du pressurage, des échantillons de jus sont dégustés par le directeur technique et le maître de chai, afin de surveiller l'évolution de la saveur.

Lors de l'obtention de P1 (figure 7), le pressoir est inerté avec de l'azote au moment du dégonflement de la membrane, où de l'air peut rentrer dans la cage, à l'aide des bouteilles d'azote sous pression. L'objectif est de limiter le risque de l'oxydation enzymatique des composés phénoliques et de préserver les composés extraits, ayant un fort pouvoir réducteur, comme le GSH. De plus, le P1 est sulfité à 5 g/hL avec une solution de 10% (1 L de solution à 10% contient 100 g de SO₂), afin d'inhiber l'activité polyphénol-oxydase (vendange saine non botrytisée). L'ajustement en SO₂ s'effectue avec deux apports de cette solution. Un premier apport de 500 mL, dès que le jus commence à couler par gravité, dans la cuve à chapeau flottant de 35 hL thermorégulée, préalablement inerté avec du CO₂ sous pression, appelé garde de vin ; et un deuxième afin d'ajuster la dose à 5 g/hL en fonction du volume final.

Le P2, fraction plus riche en composés phénoliques et moins acide, n'est pas protégé par l'oxygène (pas d'inertage avant les rebêchages) et il est récupéré en bac ouvert, comme présenté dans la figure 7, sans apport de SO₂. Sous l'action du PPO, des quinones et des produits de condensation se forment, qui par la suite, se précipitent, permettant ainsi de diminuer partiellement la fraction polyphénolique.

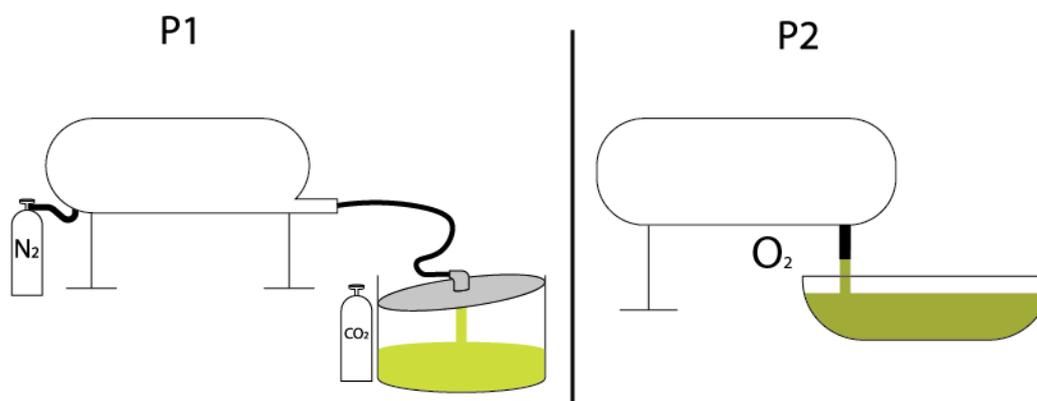


Figure 7. Obtention de P1 (droite) et P2 (gauche) (réalisation : auteur).

1.1.3. CLARIFICATION ET AJUSTEMENT DE TURBIDITÉ

Après le pressurage, les P1 et P2 sont enzymés avec des enzymes pectolytiques *Lafazym® 600 XL^{ICE}*, afin de dégrader les résidus de la paroi cellulaire. La cuve est mise à 8°C, afin d'éviter le risque de départ en fermentation (P2 non sulfité) et les bourbes sédiment à basse température pendant la nuit.

Le lendemain, un débouillage est effectué par le haut du garde vin pour le P1 et par la vanne équipée d'un tête-lies de la cuve contenant le P2. Les moûts sont transférés, dans deux cuves à l'aide de la pompe péristaltique.

Une fois la cuve homogénéisée, un échantillon de jus est prélevé, afin de mesurer la turbidité, à l'aide d'un turbidimètre. La valeur est ajustée à 215 NTU, afin d'enrichir l'environnement lipidique de la membrane, sans risques de déviations olfactives (DUBOURDIEU et al. 1986), en incorporant 0,5 à 3 % de bourbes de P1.

Une fois ajustée, un échantillon de jus est prélevé. La cuve est mise au froid (7°C) et elle est inertée, avec du CO₂ sous pression. Cette action est effectuée pour constituer un groupe de lots qui commencera en même temps la FA, afin d'optimiser le travail dans le chai. L'échantillon est envoyé au laboratoire pour les mesures de TAVp, concentration de sucres fermentescibles, AT, pH et Nass, afin de savoir si le moût nécessite des corrections pour mieux conduire sa fermentation.

Le P2 soutiré est aussi sulfité à 2 g/hL, afin d'éviter le risque de départ en fermentation alcoolique avant l'inoculation du levain, car plusieurs lots de P2 seront

assemblés dans la même cuve. Enfin, avant l'incorporation du levain, le volume total de cette cuve sera acidifié avec de l'acide tartrique à 1 g/L, en raison d'un pH plus élevé.

1.2. CONDUITE DE LA FERMENTATION ALCOOLIQUE

Le Château choisit de pratiquer un levurage à partir de LSA, afin de maîtriser la fermentation alcoolique. L'ensemencement est réalisé à 10g/hL. Les souches utilisées sont la *Zymaflore X5* par *Laffort*® pour le sauvignon blanc et la *CX9* pour le sémillon. La *X5* est choisie pour sa capacité de révéler des arômes variétaux de type thiols, et la *CX9* pour sa bonne aptitude à l'élevage sur lies en barrique, parmi d'autres caractéristiques, telles que la faible production d'acidité volatile.

Le jour du levain, les cuves sont régulées à 17°C. Le levain est incorporé par le haut de la cuve, après réhydratation, ajout de *Superstart*® et acclimatation à la température de la cuve.

Si le moût est carencé en azote (<140 mg d'azote assimilable/L), une correction est réalisée jusqu'à 180 mg/L. Elle est fractionnée. Au moment du levurage, le premier apport (moitié de la dose totale) de *Thiazote Ph*® (phosphate d'ammonium et thiamine, 10 g/hL apport 21 mg/L d'azote assimilable, limite 50 g/hL) est fait afin d'avoir une biomasse lévurienne suffisante (Bely et al. 1990) et d'éviter la déviation vers la fermentation glycéropyruvique.

La FA est suivie quotidiennement en mesurant la densité et la température.

Le deuxième et le troisième jour après le début de la fermentation alcoolique, le moût est oxygéné grâce à une aération en bac ouvert. Le volume aéré par jour, correspond à la moitié du volume du moût. Au total un volume est aéré, pour que les besoins à l'oxygène estimés dans les moûts soient 5 mg /L. Le but est de favoriser la croissance des levures et d'agir sur la perméabilité de la membrane cellulaire. Le deuxième apport de *Thiazote Ph*® est réalisé en même temps que la deuxième aération, afin de réactiver la synthèse de transporteurs de sucres (Salmon et al. 1993).

À la suite de cette aération et d'une homogénéisation de la cuve, l'entonnage est réalisé en laissant un creux de 20 L pour éviter des débordements, et la fermentation alcoolique s'y poursuit. Les lots sont entonnés en barriques de 225 L, en *wineglobes*® et en demi-muids de 600 L, et la proportion finale du bois neuf est de 25%. Les *wineglobes*® sont protégés de la lumière par une « chaussette », afin d'éviter un défaut de réduction (goût de lumière) (DUBOURDIEU, Lavigne-Cruege 1986).

Lorsque l'élevage est réalisé en barriques et sur lies totales, l'intérêt de réaliser la FA aussi en barrique est d'atténuer l'apport aromatique du bois. La vanilline est réduite

biochimiquement en alcool vanillique dont le seuil de perception est beaucoup plus élevé (Chatonnet P. 1991).

1.3. CHAQUE FIN (de la fermentation alcoolique) EST UN NOUVEAU DÉPART (ÉLEVAGE)

Le chai à barriques des blancs est climatisé à 20°C. Les contrôles de densité et de température se poursuivent quotidiennement, avec une rotation des barriques chaque jour pour avoir une vue de l'ensemble du chai. À 1,020 de densité, un ajout de phosphate d'ammonium, à 10 g/hL (apport 21 mg/L d'azote assimilable), est réalisé à chaque barrique, *wineglobe*[®] et demi-muid. Cet apport peut réduire la production de H₂S, car il favorise la synthèse de la méthionine et la cystéine sans que le H₂S ne s'accumule à l'intérieur de la cellule de la levure et qu'il soit relargué dans le vin (Giudici et al. 1994).

Vers 0,995 de densité, le bâtonnage est réalisé de manière journalière. Vers 0,992 de densité, des analyses post-fermentaires sont effectuées afin de doser le glucose et le fructose et l'acidité volatile. Un échantillon par lot est fait en mélangeant un volume proportionnel de chaque contenante du lot. De plus, un premier ouillage est réalisé afin d'éviter l'oxydation, car le dégagement de CO₂ est moindre. De manière générale, cette année, les fermentations se sont terminées au bout de sept à huit jours.

Une semaine après la fin de la fermentation alcoolique, un test de sulfitage est fait sur une barrique ancienne (milieu plus réducteur). Le bâtonnage quotidien, pendant cette semaine se poursuit. Si une odeur de réduction est perçue à la dégustation 24 heures après le test, cela signifie que la sulfite réductase est encore active et alors le bâtonnage est poursuivi, afin d'accélérer la dégradation de cette enzyme. Si aucune odeur de réduction n'apparaît, le sulfitage à 5 g/hL est réalisé sur tout le lot. Une fois le lot sulfité, le vin commence son élevage sur lies totales et sera bâtonné une fois par semaine pendant les huit mois suivants. Le bâtonnage s'arrête en avril, deux à trois semaines avant le soutirage. L'intérêt se trouve sur l'homogénéisation du potentiel d'oxydoréduction, une stabilisation naturelle tartrique et protéique ainsi qu'une limitation du risque d'oxydation à la présence des tanins du bois par la libération des colloïdes et des peptides issus de l'autolyse des levures.

Pendant l'élevage, un ouillage régulier est réalisé et un contrôle mensuel de SO₂ libre et total, puis un ajustement du libre, si nécessaire, à 25 mg/L.

2. ANALYSE CRITIQUE

La possession du conteneur frigorifique limite le temps d'atteindre de la récolte et le Château peut réaliser deux pressurages par jour en respectant les horaires de travail et en ayant un seul pressoir de 50 hL.

Ensuite, à mon avis, une amélioration de l'opération du tri peut être envisagée, même si la table vibrante la facilite, en retirant un taux des baies sèches et de jus qui coule. Si l'équipe technique du chai donne des instructions spécifiques aux trieurs ou fait une démonstration rapide des éléments à éliminer, les trieurs pourront également éliminer les raisins immatures ou flétris, les grappillons ou la pourriture à l'intérieur des grappes, et pas que les feuilles.

Le *polyscan*[®] est un outil du terrain, facile à utiliser, qui peut aider quant à la prise des décisions rapides pendant le déroulement du pressurage. Ceci reste toujours un outil estimatif qui suit l'extraction des composés oxydables en incluant les composés phénoliques. À mon avis, il rend le process de la séparation de jus plus mécanique. Je trouve que si cet outil est combiné avec l'observation de l'évolution de la couleur du jus (une évolution vers le brunissement), le pressurage peut devenir encore plus qualitative.

En outre, le fait que le levurage, l'ajustement de turbidité, et les apports d'oxygène et d'azote sont faits en cuve avant l'entonnage en barriques, cela simplifie le travail, est moins chronophage et en même temps facilite le contrôle et le degré d'homogénéité du lot.

Enfin, je trouve qu'une amélioration peut être envisagée lors de l'obtention de jus de P1. Même si le garde vin est préalablement inerté avec du CO₂ sous pression, le jus qui coule par le haut est possiblement exposé à l'oxygène. De plus, avec la procédure de sulfitage, une fois que le volume dépasse les 10 hL, le P1 n'est plus sulfité à 5 g/hL. L'ajustement de la dose du SO₂ pourrait être fait sur plusieurs étapes, en gardant toujours le premier (dès que le jus coule), mais par exemple chaque 2 hL de jus P1, la dose peut être réajustée.

3. VINIFICATION EN ROUGE

Château Olivier produit deux vins rouges: le Château Olivier rouge, qui a un pourcentage plus élevé en cabernet-sauvignon et le Dauphin d'Olivier rouge, qui a un pourcentage plus élevé en merlot.

3.1. RÉCEPTION

Lors de la vendange des rouges, la réception augmente sa capacité. L'objectif est d'augmenter le débit entre trois et cinq tonnes par heure, par rapport à la vendange des blancs.

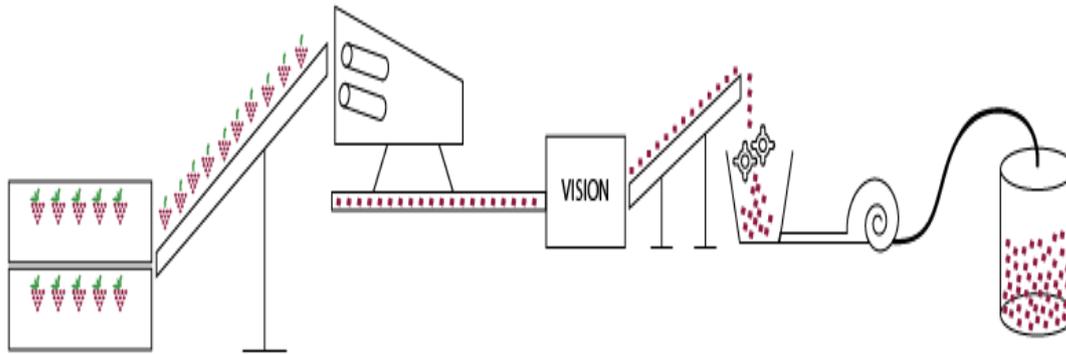


Figure 8. Présentation de la réception pendant la vendange de rouges (réalisation : auteur).

Une table de tri est ajoutée et deux palettes sont donc vidées simultanément. La gestion de suivi de poids de récolte reste identique et aide à l'organisation du remplissage des cuves de destination. En plus, un trieur optique est ajouté, il est réglé de manière à éliminer les baies non-mûres, les bouts de rafles et les débris verts.

Par la suite, le tapis élévateur achemine les baies vers un fouloir. Les baies foulées tombent sur la trémie, qui les achemine vers la cuve à l'aide de la pompe péristaltique et des tuyaux. Dans cette trémie, toutes les deux palettes, un ajout de 100 mL de solution à 10% de SO_2 était réalisé, afin d'effectuer un sulfitage à 2 g/hL, pour avoir une action antiseptique contre des levures et bactéries indigènes, car l'état sanitaire de la vendange était bon. Enfin, les dernières palettes vendangées sont stockées dans le conteneur frigorifique afin d'être vidées le lendemain matin.

3.2. ENCUVAGE ET LEVURAGE

Les cuves sont remplies à 80% de leur volume afin de faciliter les actions du travail du marc. Pendant le remplissage, le CO_2 sous pression est utilisé régulièrement, afin d'inertiser la cuve.

Lorsque la cuve est remplie, un remontage d'homogénéisation d'un volume est réalisé, à l'abri de l'air. Une fois homogénéisée, un échantillon est prélevé, afin d'être envoyé au laboratoire pour réaliser les analyses suivantes : TAVp, la concentration en sucres, l'acidité totale, le pH, la teneur en azote assimilable et en acide malique. Ces analyses aident à l'évaluation des corrections éventuelles. Une mesure de densité et de la température est faite aussi par l'équipe du chai.

Ensuite, la cuve est levurée. Le levurage est fait à dose de 10 g/hL à partir de LSA avec des souches *F33* pour le merlot et le petit verdot, et des *FX10* pour le cabernet-sauvignon. La *F33* a été choisie en raison de sa forte tolérance à l'éthanol et de sa faible production d'acidité volatile. La *FX10*, grâce à sa forte libération de polysaccharides, qui contribue à la diminution de l'astringence (Escot et al. 2002) et de la protéine Hsp 12, qui

contribue à la sucrosité du vin (Marchal et al. 2011). Après l'incorporation du levain, la cuve est inertée avec du CO₂ sous pression et elle est fermée complètement. Le lendemain, une homogénéisation d'1/2 du volume est réalisée. La FA démarre deux jours suivant l'encuvage.

3.3. FERMENTATION ALCOOLIQUE ET EXTRACTION

Chaque cuve en fermentation est suivie quotidiennement deux fois, d'une mesure de la densité et de la température. Pendant la FA, la consigne de froid se déclenche lorsque la cuve dépasse les 25°C, en prenant en compte le fait qu'au chapeau la température est plus élevée, afin de limiter le risque d'un arrêt de fermentation.

Tableau 1. Programme d'extraction par remontage et pigeage.

Densité	Extraction par remontage	Extraction par pigeage
Début de FA-1,040	-1 aéré -1 à l'abri de l'air (1,5 volume par jour)	-2 pigeages par jour - et une aération (2/3 volume sous le chapeau) par jour
1,040-1,020 ou 1,015	2 remontages à l'abri de l'air (1 volume par jour)	1 pigeage par jour
1,015-fin FA	-	-

Dès le début de la fermentation, jusqu'à 1,040 de densité, deux remontages classiques par jour sont réalisés (1.5 volume renvoyé sur le chapeau par jour). Le premier est aéré et le deuxième à l'abri de l'air. En même temps que les remontages aérés, les apports de *Thiazote Ph*[®], si nécessaire, sont aussi réalisés.

Au fur et à mesure que la densité diminue (de 1,040 vers 1,015) et en se basant sur la dégustation de chaque lot par le maître de chai, l'intensité des remontages baisse jusqu'à 1 volume par jour (pas aéré et sur le chapeau).

Le chai est également équipé avec des pigeurs automatiques, sur huit cuves cylindriques, ayant une forme adaptée à ce type de méthode d'extraction. Dès le début de la FA jusqu'à 1,040 de densité, deux pigeages et une aération de 2/3 du volume, envoyé sous le chapeau, par jour sont effectués. En même temps que les aérations, les apports de *Thiazote Ph*[®], si nécessaire, sont aussi réalisés. Entre 1,040 et 1,020 ou 1,015 un seul pigeage par jour est réalisé.

Les actions d'extraction sont arrêtées vers 1,020-1,015 de densité, prenant en compte le fait que les lots de merlot avaient un TAVp moyen de 14,2% v/v et ceux de cabernet-sauvignon de 13% v/v, et par conséquent l'extraction était favorisée aussi naturellement.

À 1,020 de densité un apport de phosphate d'ammonium à 10 g/hL est systématiquement réalisé sur tous les lots.

Les fermentations alcooliques se sont déroulées en moyenne dans un laps de temps compris entre sept et dix jours.

3.4. MACÉRATION POST-FERMENTAIRE À CHAUD

Une fois la fin de la fermentation alcoolique vérifiée par l'analyse de la teneur en sucres, réalisée au laboratoire, un échantillon est prélevé, afin d'effectuer les analyses suivantes : degré d'éthanol, pH, et acidité volatile et de doser l'acide malique, les tanins et les anthocyanes, et pour déterminer l'IPT. La cuve est chauffée à 30°C et la macération post-fermentaire à chaud débute. Sa durée est fixée en fonction de la dégustation, qui suit l'évolution du profil du vin (généralement une dizaine de jours). Pendant cette étape la cuve est inertée tous les deux jours. Chaque jour de dégustation (jour J), deux échantillons de vin d'une même cuve sont dégustés. Le premier échantillon, est prélevé la veille et le deuxième, le jour J. La comparaison permet d'évaluer jusqu'à quel moment la MCPC a des effets « gagnant à cuver ». Si ce n'est pas le cas, le moment de l'écoulage arrive et la température de la cuve descend à 20°C.

3.5. ÉCOULAGE

L'écoulage se réalise en bac ouvert, afin d'apporter de l'oxygène et ainsi, décarboniquer, éliminer de l'H₂S et stabiliser la couleur. La cuve est laissée toute la nuit s'égoutter et le lendemain le décuvage est effectué. Le vin de goutte est transféré du bac vers une cuve, à l'aide d'une pompe. Un premier assemblage de certains lots de même qualité est effectué si nécessaire, pour avoir de cuves remplies complètement.

3.6. ÉLABORATION DE VIN DE PRESSE

Le vidage du marc de la cuve vers des caisses palettes, est fait manuellement, à l'aide d'une pelle ou d'une fourche. Pendant le décuvage l'objectif est de limiter la trituration du marc. Un charriot élévateur remplit le pressoir par gravité, en retournant la caisse palette et à l'aide d'une trémie, en essayant aussi de limiter la trituration du marc.

Le pressoir n'est rempli qu'avec la couche intermédiaire, le « cœur ». La partie supérieure étant sèche et la partie inférieure, qui contient les lies et les pépins, laquelle risque de communiquer des défauts de réduction et d'amertume, ne sont pas pressées.

Le pressoir utilisé est un pressoir pneumatique de 30 hL avec deux portes, qui facilitent l'étalement du marc. Il n'est pas inerté et le programme se fait sans rebêchage, afin d'éviter une extraction trop forte. L'augmentation de la pression est lente et progressive, et la durée du pressurage est de 50 minutes.

Cette année, un deuxième pressoir a été acheté, afin d'organiser plus efficacement le travail au chai et de limiter les temps de cuvaison.

Le vin de presse de chaque cuve est maintenu séparément. Il coule dans une maie, sous le pressoir, et il est directement entonné, par gravité, dans des barriques de 112 L, préalablement inertées avec du CO₂ sous pression.

À la fin du pressurage, les lots de vin de presse sont sulfités à 2 g/hL pour limiter le risque d'une FML spontanée et parce qu'il y avait de sucres résiduels. Une fois que la fermentation alcoolique est achevée, le classement de vins de presse (A, B et C) est réalisé, par dégustation. Le profil recherché est une intensité colorante, un milieu de bouche dense et des tanins présents mais pas secs.

Une fois classés, les vins de presse sont soutirés et assemblés en cuves. Les A sont assemblés entre eux. Les B et C sont assemblés dans une autre cuve. Chaque cuve estensemencée avec de bactéries lactiques. La catégorie A est entonnée à nouveau en barriques neuves. Un volume de ce lot fera partie du premier vin.

Cette année, sur quelques lots de presse, la teneur en sucres fermentescibles était assez élevée et diminuait très lentement en même temps que l'acidité volatile augmentait. Le développement de bactéries lactiques n'a pas été évité.

3.7. LA FERMENTATION MALOLACTIQUE

Sur le vin de goutte, le levain malolactique commercial, congelé, de la souche *CH16* de chez *Hansen*[®], de l'espèce *Oenococcus oeni*, est inoculé directement sur tous les lots. Elle est choisie pour sa faible production de diacetyl et pour sa résistance à un TAV élevé. La FML est réalisée à 20°C.

Le suivi de la FML est réalisé par le dosage de l'acide lactique, de l'acide malique et de l'acidité volatile. Une fois la teneur en acide malique inférieure à 0,2 g/L et donc une fois la FML finie, la cuve est mise à 7°C pour une dizaine de jours.

Cela étant accompli, le vin est soutiré de manière aérée et encuvé à nouveau et les lies sont conservées afin d'être utilisées pour ensemer d'autres cuves ayant des difficultés à démarrer la FML. Une fois encuvé, il est sulfité à 5 g/hL. À ce stade, un échantillon de chaque lot est envoyé au laboratoire afin de dénombrer *Brettanomyces bruxellensis* (QPCR) et de quantifier l'éthyl-4-gaiacol et l'éthyl-4-phénol (CPG/MS).

3.8. ÉLEVAGE

La prochaine étape est la dégustation des lots et la constitution du « cœur » du premier et du deuxième vin. Il y a des lots de qualité intermédiaire qui ne sont pas encore assemblés avec les lots du premier et du second vin. Une fois assemblés, le vin est entonné afin d'être élevé en barriques. La proportion du bois neuf est entre 33 et 40%. L'élevage dure douze mois. Au chai de rouges la température et l'hygrométrie souhaitées sont de 16°C et de 80% respectivement. Pendant cette période, les lots sont dégustés et ouillés régulièrement. Les teneurs en SO₂ libre et total sont contrôlées chaque mois. Enfin, des analyses microbiologiques pour dénombrer *Brettanomyces bruxellensis* sont réalisées tous les trois mois.

Le premier soutirage est réalisé en début d'été. Les barriques vides sont nettoyées par une machine alternant des cycles de rinçage et de vapeur gérés automatiquement, puis méchées. Ensuite, le vin est réentonné afin de poursuivre l'élevage en barriques. Le deuxième soutirage est réalisé fin décembre. Les assemblages définitifs sont créés à ce moment. Une dégustation permet de répartir des lots de qualité intermédiaire et les lots du vin de presse sur le premier ou le second vin.

4. ANALYSE CRITIQUE

Le Château est constamment à la recherche de petites manipulations susceptibles afin d'optimiser la qualité du vin de presse, telles que l'arrêt de l'utilisation d'un tapis-élévateur pour le remplissage du pressoir ou d'une pompe pour entonner le vin de presse en barriques. Les vins de presse reçoivent déjà assez d'oxygène lors du décuvage et du pressurage et j'estime donc que cette manière d'entonnage éviterait une exposition à l'oxygène non nécessaire. En outre, l'entonnage dans des barriques de 112 L au lieu de 225 L permet un fractionnement du vin de presse au maximum. En fractionnant au maximum, ils ont observé que les lots notés C diminuent en même temps que les lots notés B augmentent. Ce fait peut avoir un véritable impact sur leurs efforts en vue d'améliorer la qualité du second vin.

Concernant la FML, le Château choisit d'inoculer directement tous les lots avec le levain malolactique commercial congelé. Les levains congelés sont pré-acclimatés au vin avant leur congélation et ainsi ils peuvent être inoculés directement sans acclimatation. Toutefois, sur certains lots de merlot la FML n'a pas démarré. Je trouve que sur ces lots le stress a été possiblement trop important pour une inoculation directe (fort taux d'alcool accompagné par un autre facteur de stress possible : les composés phénoliques). Sur ces lots, puisqu'un levain est utilisé de tout façon, lui il peut être acclimaté au vin avant d'être

inoculé. Cela lui permettra de mieux résister. Enfin, cela va valoriser l'argent que le Château consacre sur cet achat.

En outre, dans le chai des barriques de rouges, des contraintes d'isolation et de climatisation imposent des irrégularités en ce qui concerne la répartition de la température et d'humidité. Le Château essaie d'anticiper ces irrégularités en installant sur certaines barriques des sondes connectées de sondes qui signalent quand la température n'a pas la valeur souhaitée. De cette manière, l'équipe améliore l'organisation d'ouillage et les contrôles de SO₂ libre et total.

Enfin, cette année des détecteurs fixes de CO₂ ont été installés, afin d'améliorer le niveau de sécurité au chai pendant la période des fermentations, des écoupages et des décuvages. Un protocole spécifique a déjà été suivi durant cette période, incluant l'aération du chai, des détecteurs de CO₂ portables et des ventilateurs mobiles au-dessus de la cuve au cours des écoupages et des décuvages, mais l'addition de ces détecteurs sécurise encore davantage le cadre de travail.

Partie III : PRÉSENTATION DE L'EXPÉRIMENTATION

3.1 MISE EN CONTEXTE

Dans le cadre du changement climatique, en raison de l'augmentation de la température et de l'avancement des stades phénologiques de la vigne qui s'ensuit, les vendanges se déroulent dans des conditions beaucoup plus chaudes et, en conséquence, la récolte a une température supérieure à 20°C (Venios et al. 2020). Depuis 2020, Château Olivier a décidé de louer une chambre froide pendant la période des vendanges afin de refroidir sa récolte.

L'équipe technique du Château souhaitait valider cette décision en étudiant l'impact du refroidissement de la vendange des raisins de sauvignon blanc sur l'opération du pressurage, par rapport à la qualité et la quantité du moût P1.

L'objectif principal du rapport est orienté vers la recherche de l'effet de l'abaissement de la température de la vendange de sauvignon blanc sur le phénomène d'oxydation enzymatique préfermentaire au niveau du pressoir. Enfin, son impact sur le produit final, au niveau de la dégustation, sera aussi évalué.

3.2. ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE

3.2.1. COMPOSÉS PHÉNOLIQUES DU RAISIN BLANC

Les deux principales familles des composés phénoliques du raisin blanc sont : les flavonoïdes et les non- flavonoïdes.

Les flavonoïdes se divisent en deux sous-familles : les flavanols et les flavonols. Les flavanols (flavan-3-ols) se trouvent sous forme monomérique incluant les suivants : (+)-catéchine et (-)-épicatéchine, (+)-gallocatéchine et (-)-epigallocatéchine, mais aussi oligomérique et polymérique, également appelés tanins condensés. Ils sont majoritairement localisés, dans la pellicule et les pépins (Gutiérrez-Escobar et al. 2021). Concernant leurs propriétés sensorielles, les monomères sont amères tandis que polymères sont essentiellement astringents (Kennedy 2008).

Le kaempferol et la quercétine, qui se trouvent sous forme glycosylée dans les baies de raisin blanc, font partie de la famille des flavonols. Ils se trouvent dans la pellicule. Ce sont des pigments jaunes qui contribuent à la coloration des baies (Cheynier et al. 1986).

Les non-flavonoïdes sont principalement dérivés de l'acide benzoïque et de l'acide cinnamique. Les stilbènes font également partie de cette catégorie aussi, mais ils ne seront pas dosés, dans le cadre de ce rapport. Il existe sept acides hydroxybenzoïques : l'acide p-hydroxybenzoïque, l'acide protocatéchiq, l'acide vanilique, l'acide gallique, l'acide

syringique, l'acide gentisique et quatre acides cinnamiques : l'acide coumarique, l'acide caféique, l'acide férulique et l'acide sinapique. Les acides cinnamiques sont majoritairement estérifiés avec l'acide tartrique, appelés acides hydroxycinnamiques (acide caftarique, acide coutarique et acide fertarique) (Oliveira et al. 2011),(Gutiérrez-Escobar et al. 2021). Ces derniers, se trouvent dans les vacuoles des cellules de la pellicule et de la pulpe (Flanzy 1998).

Les acides hydroxycinnamiques et en particulier l'acide caftarique, sont les principaux phénols des moûts élaborés avec un contact minimal avec la pellicule (Cheynier et al. 1989). L'acide caftarique est majoritairement présent dans la pulpe et il est libéré dès l'égouttage et le début du pressurage. Les flavan-3-ols sont extraits au cours du pressurage (Nikolantonaki 2010).

3.2.2. GLUTATHION

Le glutathion est un tripeptide formé par la condensation d'acide glutamique, de cystéine et de glycine, naturellement présent dans le raisin sous la forme réduite (GSH) ou oxydée (GSSG) (Noctor et al. 2000). Pour les plantes et les microorganismes le glutathion réduit joue le rôle d'antioxydant, de détoxifiant (Noctor et al. 2000).

Dans la baie de raisin, le glutathion s'accumule à partir de la véraison et sa teneur à la maturité dépend du cépage, de la conduite du vignoble et des conditions climatiques de chaque millésime (Cheynier et al. 1989). En cherchant la localisation de glutathion dans la baie de raisin du sauvignon blanc, il a été démontré que le jus (51%) et la pellicule (40%) étaient des réservoirs de GSH bien plus importants que la pulpe et les pépins (Pons et al. 2015). Les opérations préfermentaires en favorisant ou pas la présence de l'oxygène, l'activité polyphénol-oxydase et l'extraction (macération pelliculaire, pressurage directe), influencent sa concentration dans le moût (Patel et al. 2010), (Pons et al. 2015). En plus, la nutrition azotée de la vigne, influence fortement la concentration de GSH dans les raisins. En conséquence, la teneur en azote assimilable du moût est corrélée avec la teneur du GSH des raisins (Choné et al. 2006).

Saccharomyces cerevisiae, pendant la fermentation alcoolique consomme et produit du GSH (action souche dépendante) (Lavigne et al. 2007). En outre, si la FA est languissante, une perte en GSH est entraînée (Dubourdieu, Lavigne-Cruege 2004). Lors de la fin de la fermentation et de l'autolyse des levures, le GSH peut être libéré. Ce phénomène se prolonge pendant l'élevage, en fonction des conditions (contenant, élevage sur lies totales ou pas). Selon le potentiel d'oxydoréduction, il peut à nouveau être consommé (Lavigne et al. 2007).

3.2.3. OXYDATION ENZYMATIQUE

Au cours des opérations de déstructuration du raisin (trituration, écrasement, pressurage), la rupture cellulaire met en contact trois éléments nécessaires aux réactions d'oxydation : l'oxygène de l'air, les composés phénoliques et les oxydoréductases (Sire et al. 2016). Les principales oxydoréductases responsables sont les polyphénol-oxydases (PPO), à savoir la catéchol oxydase, qui existe naturellement dans la baie de raisin, et la laccase, qui provient du *Botrytis cinerea* (Oliveira et al. 2011). Le rôle des peroxydases est insignifiant (Macheix et al. 1991). Par la suite, le terme polyphénol-oxydase sera référé à la catéchol oxydase.

3.2.3.1. POLYPHÉNOL-OXYDASE

La PPO a à la fois une activité crésolase en formant de l'o-diphénol à partir de monophénols et catécholase, en oxydant les o-diphénols en quinones (Li et al. 2008). Aux conditions œnologiques, son activité est proche de son optimum qui est de pH 4 (Nikolantonaki 2010). L'augmentation de la température augmente son activité jusqu'à 40°C ; son activité baisse au-dessus. En plus, pour des teneurs en SO₂ total supérieures à 40 mg/L, son activité est inhibée (Sire et al. 2016). Lors de la fermentation alcoolique de moût préalablement sulfité aux teneurs mentionnées précédemment, l'activité PPO diminue, si bien qu'en fin de fermentation, l'activité résiduelle est nulle (Sire et al. 2016).

3.2.3.2. BRUNISSEMENT DU MOÛT BLANC

Le brunissement du moût de raisin est largement corrélé à la présence d'acides hydroxycinnamiques tels que l'acide caftarique et l'acide coutarique. Les flavan-3-ols favorisent ce brunissement (Oliveira et al. 2011). Les acides caftarique et coutarique sont les substrats préférentiels de la PPO (Cheynier et al. 1989), (Ferreira-Lima et al. 2016). Ces réactions d'oxydation sont extrêmement rapides. La vitesse de consommation d'oxygène dans un moût au début de son contact avec l'air peut dépasser 2 mg/L par minute (Nikolantonaki 2010).

Leur oxydation cause la formation de quinones. Ces quinones peuvent oxyder les composés ayant un potentiel redox plus bas, comme l'acide ascorbique, l'anhydride sulfureux et être à nouveau réduites (Waterhouse et al. 2015). Elles oxydent aussi des composés phénoliques comme la catéchine et épicatechine (Cheynier et al. 1989). Des réactions de polymérisation et de condensation peuvent également avoir lieu, avec de nombreux autres composés phénoliques, en formant de pigments bruns (Oliveira et al. 2011).

La quinone de l'acide caftarique (l'acide coutarique a aussi la même quinone), réagit avec le glutathion réduit formant l'acide 2-S-glutathionyl caftarique (GRP), qui est incolore et qui n'est pas un substrat de catéchol oxydase (Li, Guo, Wang 2008). La laccase peut de l'oxyder en quinone, tant que le GSH reste disponible dans le milieu, afin de former de l'acide di-glutathionyl-2,5-caféolytartrique (GRP2) (Cheynier et al. 1988).

Le glutathion réduit joue un rôle protecteur vis-à-vis du brunissement du jus. Ce rôle dépende aussi de l'abondance de GSH dans le moût. Le rapport molaire : acides hydroxycinnamiques sur glutathion (AH/GSH) a été utilisé comme indicateur afin de caractériser la sensibilité d'un moût au brunissement (Cheynier et al. 1990). Sur les moûts peu sensibles (AH/GSH<1), le GRP s'accumule dans le milieu et la couleur n'évolue pratiquement pas. Sur les moûts où les acides hydroxycinnamiques étaient plus abondants que le GSH, le GRP atteint un maximum, et puis diminue rapidement, car il est oxydé par la quinone de l'acide caftarique en o-quinone du GRP, qui est aussi un pigment brun (Frissant et al. 2012).

3.2.3.3. RÉACTIVITÉ AVEC LES THIOLS

Enfin, les quinones, en tant qu'électrophiles, ont une forte réactivité avec des thiols, dès qu'ils sont libérés à partir des leurs précurseurs de type S-conjugué au glutathion et S-conjugué à la cystéine, sous l'action de β -lyases de la levure *Saccharomyces cerevisiae*, pendant la fermentation alcoolique (Nikolantonaki 2010), (Tominaga 2000).

3.2.4. IMPACT DU REFROIDISSEMENT SUR L'ACTIVITÉ PPO

Il a été montré que le refroidissement de la vendange des raisins à 5-7°C en comparaison avec une vendange à 20-21°C, avait comme résultat une consommation d'oxygène moins importante (de 7 à 3 mg/L) pendant le déroulement du pressurage (Escudier et al. 2014), (Frissant et al. 2012). La couleur des vins blancs obtenus a été jugée comme moins oxydée et l'arôme se caractérise par des notes plus soufrées (Escudier et al. 2014). Le résultat de ces travaux montre que l'abaissement de la température de la vendange ralentit considérablement l'activité polyphénoloxydase du raisin, même si la solubilité de l'oxygène à basses températures est plus importante (Vivas 1999).

Ce résultat est confirmé au niveau laboratoire, sur des moûts issus des raisins du cépage colombard, obtenus aux conditions anoxiques, en mesurant l'activité PPO en fonction de la température (Sire et al. 2016). Entre 20 et 5°C, l'activité PPO est diminuée par un facteur deux. Toutefois, même à 0°C, l'activité PPO reste détectable (Sire et al. 2016).

3.2.5. STOCKAGE PRÉFERMENTAIRE À FROID DES RAISINS DE CUVE

Les résultats des recherches de l'impact du stockage à froid de la vendange, avant pressurage sont présentés ci-dessous.

Après un stockage de grappes de falaghina et de fiano à 4°C pour 24h, la dureté pelliculaire a été diminuée (Coletta et al. 2019). Pour une vendange d'aleatico stockée à 10°C, une meilleure conservation de la texture de la pellicule a été observé, par rapport à 30°C (Mencarelli et al. 2020). En plus, ils ont montré que pour de vendange d'aleatico, la température de 20°C augmentait l'activité de la PPO tandis que les températures inférieures à 10°C réduisaient son expression (Mencarelli et al. 2020).

Dans le moût issu des raisins refroidis de fiano, l'Indice de Folin-Ciocalteu était plus élevée (Coletta et al. 2019). Ensuite, en étudiant le stockage des raisins de vermentino, à 4 et 10°C pour 24 et 48h, il a été observé aussi que les Indices de Folin-Ciocalteu étaient plus élevées aux raisins réfrigérés à 10°C pour 24 et 48 heures. Il a été constaté, également, que des gènes spécifiques liés à la biosynthèse de terpènes et des gènes spécifiques impliqués dans le métabolisme des polyphénols étaient significativement régulées à la hausse, par rapport au témoin, mais aucune information de son impact sur les vins qui en résultent n'a été donnée (Modesti et al. 2021). Enfin, pour le cépage monastrell, l'impact du refroidissement de la vendange à 10°C était que le moût obtenu pour des raisins refroidis avait une concentration plus élevée en acide caftarique et acide coutarique que le moût issu des raisins non-refroidis (Gil-Muñoz et al. 1999).

Concernant l'impact sur le vin, il a été rapporté que le refroidissement préfermentaire à 12°C des raisins de trebbiano et le pressurage à pression faible (0,25 bar), avait comme résultat des vins plus riches en GSH (Mattivi et al. 2012). De plus, deux études du refroidissement de la vendange de sauvignon blanc, en Afrique du Sud, pendant une nuit, à 0°C et à 10°C, par rapport au stockage à 20°C et à 25°C, respectivement, montrent que le vin issu d'une vendange refroidie, avait une tendance à être jugé comme étant plus intense par rapport au descripteur fruité (Marais 1998), (Marais 2001). Enfin, il a été constaté que les vins effervescents étudiés, élaborés par la méthode champenoise, en Afrique de Sud et issus de raisins de chardonnay et de pinot noir stockés à 0 et 10°C, ont été décrits comme étant fruités par rapport aux vins issus de raisins stockés à 20 et 30°C, ayant, entre autres, des descripteurs d'oxydation (Mafata et al. 2018).

3.3. MISE EN PLACE DE L'EXPÉRIMENTATION

MATÉRIELS ET MÉTHODES

3.3.1. PARCELLES ÉTUDIÉES

Deux parcelles de sauvignon blanc B6 et B9 sont choisies pour l'étude. Elles sont plantées sur le même type de sol, sans pente. Au niveau de l'année de plantation, du porte-greffe et du clone, une hétérogénéité inter-parcellaire doit être rapportée.

3.3.2. MODALITÉS

Chaque parcelle a été divisée en deux parties. La partie de la parcelle vendangée le matin, une fois pesée à la réception, passait directement sur le tri et l'éraflage, afin d'être pressée le jour même (modalité témoin). L'autre partie (modalité refroidie) a été stockée dans la chambre froide jusqu'au lendemain matin. La température de consigne de la chambre froide était de 7°C. Le lendemain matin à 7h30, la modalité refroidie, a été pesée, triée, éraflée et pressée. Le même programme de pressurage a été réalisé sur toutes les modalités (figure 9).

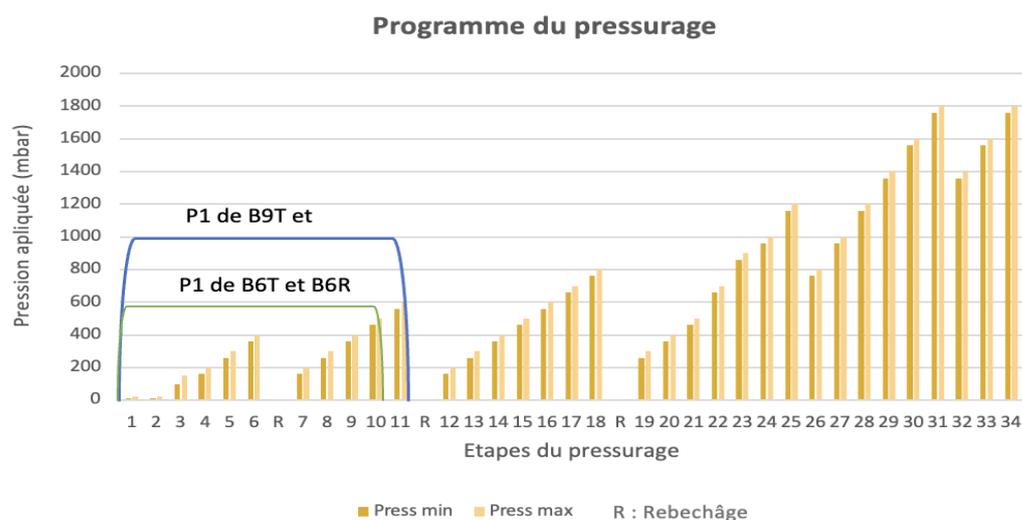


Figure 9. Programme du pressurage et étape de l'obtention de P1 de chaque modalité (B9T : témoin, B9R : refroidie, B6T : témoin, B6R : refroidie).

3.3.3. TEMPÉRATURE DES MODALITÉS

Pour chaque modalité, le temps d'atteindre à la réception, la température journalière, la durée du tri, de l'éraflage et du remplissage du pressoir, ainsi que la quantité de carboglace ajoutée (1,3 kg de glace carbonique refroidit 100 kg de vendanges de 1°C (Renier 2012)) au cours du remplissage, étaient différents. Ainsi, la température de chaque modalité, présentée au tableau 2, a été définie en début de pressurage, dès que le premier jus s'égouttait.

Tableau 2. Température des modalités de l'expérimentation.

Parcelle	B9		B6	
Modalité	Témoin	Refroidie	Témoin	Refroidie
Température (°C)	25 (± 0,2)	10 (± 0,2)	24 (± 0,2)	10 (± 0,2)

3.3.4. MODALITÉS B6 TÉMOIN ET B6 REFROIDIE

Afin d'examiner l'impact du refroidissement sur le moût et le vin, les P1, issus des modalités B6 témoin et refroidie, respectivement appelées B6T et B6R sont vinifiées séparément, selon le protocole de vinification décrit dans la partie II. La seule différence est qu'au moment de l'entonnage, les moûts en fermentation de chaque modalité ont été placés en deux cuves en inox de 30 L, et pas aux barriques de 225 L, afin de ne pas mélanger nos modalités avec du vin provenant d'autres lots pendant les opérations d'ouillage, au cours de l'élevage.

MESURES SUR LE MOÛT AU NIVEAU DU PRESSURAGE

3.3.5. POLYSCAN®

Le principe du *polyscan*® repose sur le voltamètre linéaire de balayage. L'électrode de travail (sérigraphique en carbone jetable), en appliquant des tensions croissantes (entre 0 et 1,2 V), provoque l'oxydation progressive des composés oxydables de l'échantillon qui repose sur lui. Leur oxydation libère des électrons générant un courant. Le résultat est un voltamogramme (courbe intensité/potentiel) que l'appareil *polyscan*® traduit en deux indices, l'indice Easyox et l'indice Phénox (Lagarde-Pascal et al. 2019). La réalisation de plus de 200 voltamogrammes, combinée aux analyses de spectrophotométrie et de HPLC, a permis de corrélérer ces indices avec des différents composés du moût et du vin (Ugliano et al. 2019).

Spécifiquement pour le moût de sauvignon blanc, l'indice Easyox correspond aux composés qui donnent un signal aux potentiels 0,43 V, comme l'acide caftarique et la catéchine, mais aussi à 0,5 V, le flavonol : quercétine-3-O-glucoside (Ugliano et al. 2019),(Kilmartin et al. 2012). L'indice Phénox, correspond aux potentiels plus élevés, entre

0,7 et 1,2 V. Il est corrélé à l'Indice de Folin-Ciocalteu, avec lequel les composés phénoliques totaux, en équivalents d'acide gallique en mg/L, sont déterminés, dans un échantillon. Dans le moût de sauvignon blanc, l'acide férulique et l'acide coumarique s'oxydent à 0,78 V, tandis que les acides aminés et les tripeptides, comme la cystéine, la tyrosine et le tryptophane, à 0,9 V (Kilmartin et al. 2002).

Ensuite, selon la base des données, pour chaque cépage, le *polyscan*[®] donne une valeur Easyox et Phénox médiane et maximale pour chaque cépage. Pour le sauvignon blanc ces valeurs Easyox sont respectivement de 35 et 60, et 460 et 800, respectivement, pour Phénox. Enfin, une augmentation de 70 unités de Phénox est retenue pour la séparation de jus en deux fractions. En effet, sur les suivis de pressurage qui ont été réalisés pour plusieurs millésimes sur plusieurs cépages et plusieurs régions, l'augmentation moyenne de Phénox observée est de 70 unités. En plus, l'incertitude de cette mesure étant de ± 50 unités, l'augmentation doit être supérieure à cette incertitude.

3.3.6. MESURES DE POLYSCAN ET DE VOLUME

Afin de suivre l'extraction des composés issus des raisins, des mesures sont effectuées pour chaque modalité au cours du pressurage. En particulier avant et après rebêchage, afin d'examiner ce qui se passe au moment où il y a un risque d'entrée d'oxygène, des mesures de l'indice Phénox sont réalisées, à l'aide du *polyscan*[®]. L'étape juste après le rebêchage a été évitée, car le débit du jus était faible.

Le prélèvement est réalisé au niveau du robinet de sortie de jus, dans un bécher. Le robinet fait partie de la ligne fermée, dans laquelle le jus coule du pressoir vers le garde-vin. Une goutte de jus, à l'aide d'une pipette Pasteur, a été placée sur l'électrode jetable reliée au *polyscan*[®].

Pour finir, à la fin du programme du pressurage, les volumes de P1 et P2 ont été mesurés.

ANALYSES SUR LES P1 B6T ET B6R

3.3.7. GLUTATHION RÉDUIT

Sur le P1 total de chaque modalité, B6T et B6R, l'analyse de glutathion réduit a été réalisée, afin d'examiner sur quelle modalité l'activité de PPO était plus ou moins importante et, par conséquent, le glutathion plus ou moins combiné avec des quinones formées, à cause de l'oxydation enzymatique de l'acide caftarique et coutarique.

Le moût a été prélevé dans un bécher de 5 L, contenant déjà 2,5 mL de solution SO₂ à 10%, afin que le volume prélevé soit sulfité à 10 g/hL (P1 déjà sulfité à 5 g/hL et donc

ajustement de la teneur à 10 g/hL, dans le bécher). Ensuite, 100 mL ont été prélevés, à l'aide d'un flacon et puis placé rapidement au congélateur.

Les analyses de HPLC/FLD ont été réalisées par le laboratoire Excell. Il n'a pas été possible de réaliser une répétition, pour des raisons de coût.

3.3.8. DENSITÉ OPTIQUE À 420 nm

La DO à 420 nm donne une indication de la couleur jaune des moûts et elle est corrélée au niveau d'oxydation de leurs composés phénoliques-au niveau du brunissement du jus (Ferreira-Lima et al. 2016), (Darriet et al, 2004). Un moût de blanc est d'autant plus jaune que son oxydation est plus prononcée et que sa densité optique à 420 nm est élevée.

Les échantillons ont été prélevés de la même façon que ceux pour le dosage du glutathion réduit. Ils étaient déjà sulfités à 5 g/hL. Le laboratoire a réalisé la spectrophotométrie.

ANALYSES AU VIN B6T ET B6R

3.3.9. GSH, ACIDES PHÉNOLS ET DO420

Pour savoir si le pressurage des raisins refroidis ou pas avait une incidence sur la teneur en GSH, le dosage a été réalisé après deux mois d'élevage sur lies, dans les cuves en inox de 30 L. Ensuite, le dosage de l'acide caftarique, étant le substrat préférentiel de PPO, a été réalisé par HPLC/MS au laboratoire externe, mais aussi de l'acide caféique, coumarique et férulique. La teneur de l'acide caftarique peut être un indicateur du degré de protection du moût contre l'oxydation enzymatique. Enfin, la DO420 a aussi été déterminée.

3.3.10. ANALYSE SENSORIELLE-TEST TRIANGULAIRE

Enfin, afin d'évaluer s'il y a des différences significatives perceptibles entre les deux vins, 2 mois après la fin de la fermentation alcoolique, un test triangulaire a été réalisé dans la salle de dégustation de Bordeaux Science Agro, avec 30 sujets (équipe technique du Château et étudiants du master « Science in Vineyard and Winery Management » et du DNO). L'hypothèse était qu'il n'y a pas de différence significative entre les deux échantillons. La moitié du panel a reçu l'échantillon A comme différent (ABB, BAB, BBA) et l'autre moitié, l'échantillon B comme différent (BAA, ABA, AAB). Les données ont été évaluées par la table de la loi binomiale 1/3, *annexe 1*. La fiche du test est disponible sur l'*annexe 2*.

[Tableau 3. Codes à trois chiffres de chaque modalité sur la réalisation du test triangulaire.](#)

Modalité	Échantillon	Codage à 3 chiffres
----------	-------------	---------------------

B6 témoin	A	575-829
B6 refroidie	B	742-613

3.4. RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.4.1. VOLUME DE P1 ET *POLYSCAN*[®]

En observant le tableau 4, on constate que le rendement en jus P1 pour les modalités refroidies était moins important. Cette tendance peut s'expliquer par le fait que l'extraction étant un phénomène physique elle est facilitée lorsque la température augmente (Gouadec et al. 2006).

Tableau 4. Rendement en jus P1 de chaque modalité.

Modalité	Masse initiale (tonnes)	Volume P1 (hL)	Volume P2 (hL)	Volume total (hL)	Rendement en jus P1 (hL/t)
B6 témoin (24°C)	3,41	16,1	4,5	20,6	4,7
B6 refroidie (10°C)	3,33	14,5	4,5	19	4,4
B9 témoin (25°C)	3,13	18,9	5	23,9	6,0
B9 refroidie (10°C)	2,97	15,6	4	19,6	5,3

Il faut noter que la masse initiale dans la cage du pressoir était inférieure de 80 et 160kg pour les modalités refroidies. En comparant le rendement en P1, on prend en compte cette différence. Il est toutefois important de noter qu'en raison de ces différences, peut-être la pression exercée pendant le gonflement de la membrane n'était pas absolument homogène et de la même intensité sur les cages remplies avec moins de raisins ; cela peut

expliquer partiellement la perte de volume du P1. Pour cette raison, afin d'examiner si la quantité de P1 est moindre quand la vendange est refroidie, la masse initiale de chaque modalité doit être la même.

Ensuite, comme indiqué sur la figure 10, les valeurs de Phénox des témoins, dès le début de pressoir sont plus importantes. Ceci montre une présence des composés oxydables à 0,7-1,2 V plus importante. Alors, on peut considérer que les moûts des modalités témoin sont plus chargés en composés oxydables.

Il faut noter que l'équipe technique de *Vinventions*[®] a réalisé un essai, *annexe 3*, afin de valider que la mesure avec le polyscan n'est pas impactée par des températures différentes, et le résultat était que la température n'a pas un effet significatif.

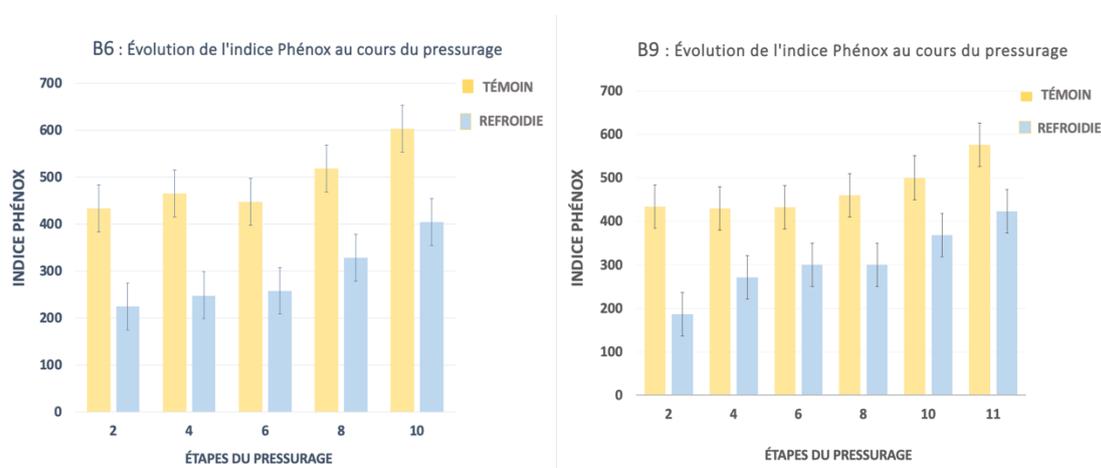


Figure 10. Évolution de l'indice Phénox au cours du pressurage pour les modalités B6 (gauche) et B9 (droite).

L'élévation de la température favorise le transfert du contenu des cellules du raisin grâce à l'augmentation de la perméabilité cellulaire et la diminution de la viscosité (Gouadec et al. 2006). De plus, l'activité des enzymes pectolytiques du raisin est moins importante dessous de 20°C (Gouadec et al. 2006). Alors, on peut supposer qu'à 10°C la dégradation de la paroi cellulaire est plus lente. Les températures plus élevées accélèrent la dégradation de vacuoles du raisins, phénomène exploité dans la vinification en rouge.

Ensuite, on constate qu'au cours du pressurage l'évolution de ces valeurs est similaire pour toutes les modalités, car l'augmentation de la pression conduit à une augmentation de l'extraction. Enfin, on remarque que l'augmentation de 70 unités s'est produite à la même étape pour chaque groupe des modalités. Cependant sur les modalités refroidies l'indice Phénox à la dernière étape, 10 pour la B9R et 11 pour la B6R, est bien inférieure et au-dessous de la médiane.

Cependant, on ne peut pas tirer de conclusions sur la qualité des jus extraits, car l'indice Phénox est le résultat de l'oxydation des plusieurs composés oxydables et pas que

des composés phénoliques. Il s'agit d'une estimation et pas d'une mesure quantitative.

Toutefois, une mesure supplémentaire de l'indice Phénox aurait pu être effectuée au P1 total afin d'avoir une estimation de la fraction phénolique du jus, qui pourrait être comparable.

3.4.2. GLUTATHION RÉDUIT ET DO 420 AU P1

L'absence de répétitions de ces mesures présentées aux tableaux 5,6 et 7 ne permet pas d'avoir une conclusion solide et ne permet que de faire des hypothèses.

Tableau 5. Teneur en GSH et DO420 du P1 B6T et B6R.

Modalité	Teneur en GSH (mg/L)	DO420
B6T	3,1 (± 25%)	0,08 (± 14%)
B6R	5,1 (± 25%)	0,06 (± 14%)

Une teneur en GSH plus élevée sur le P1 de la modalité refroidie est rapportée. Cette différence peut s'expliquer par la moindre activité de polyphénol-oxydase à basse température. Moins des quinones de l'acide caftarique et coumarique ont été formées pendant le déroulement du pressurage et donc moins de GSH leur a été combiné. Ces résultats sont conformés avec la bibliographie qui rapporte que l'activité de PPO est moins importante aux températures de 5-10°C. Concernant la densité optique à 420 nm, même si la valeur de la modalité froide est plus basse, si on prend en compte l'incertitude, on peut dire que les deux valeurs sont similaires et faibles.

Enfin, on peut constater que les teneurs en GSH sont faibles. On peut supposer qu'initialement les raisins n'étaient pas riches en GSH ou que pendant le tri et l'éraflage une perte de glutathion importante s'était mise en place. En plus, même si dans la cage du pressoir pendant le dégonflement de la membrane, de l'azote s'introduit, si son débit n'est pas pertinent, de l'air peut y rentrer et l'oxydation peut avoir lieu. Enfin, dans le garde de vin où le P1 coule, le jus n'est peut-être pas assez protégé contre l'introduction d'oxygène, comme mentionné sur la partie II.

Toutefois, même si la même parcelle a été divisée en deux parties, l'homogénéité de ces deux parties n'a été pas vérifiée par un contrôle (pH, AT, TAVp, Nass) et donc on ne peut

pas être sûrs que la partie de la vendange refroidie n'avais pas une teneur initiale de GSH plus élevée que la partie témoin. En effet, la teneur en azote assimilable du P1 de chaque modalité a été mesurée. Les teneurs sont présentées dans le tableau 6.

Tableau 6. Teneur en azote assimilable du P1 B6T et B6R.

Modalité	Teneur en azote assimilable de P1 (mg/L)
B6T	169 (± 18%)
B6R	196 (± 18%)

On remarque que la teneur en azote assimilable de la modalité B6R est plus élevée. Selon la bibliographie, les moûts avec une teneur en azote assimilable plus élevée ont également une teneur en GSH plus élevée aussi (Dubourdieu et al. 2004). Il faut aussi tenir en compte que les échantillons ont été analysé par la méthode de l'IRTF, d'où l'incertitude de la méthode.

3.4.3. GLUTATHION RÉDUIT, ACIDES PHÉNOLS ET DO420 AU VIN

Le tableau 7 présente les résultats des dosages de l'acide caftarique et du glutathion réduit, ainsi que les valeurs de la densité optique à 420 nm.

Tableau 7. Teneurs en GSH, acide caftarique et DO420 nm des modalités au niveau du vin.

Modalité	B6T	B6R
Teneur en acide caftarique (mg/L)	1,75 (± 25%)	3,65 (± 25%)
Teneur en GSH réduit (mg/L)	1,7 (± 25%)	1,2 (± 25%)

DO420 nm	0,075 (± 14%)	0,069 (± 14%)
-----------------	---------------	---------------

Les teneurs en GSH, en prenant en compte l'incertitude de la méthode chromatographique, ne montrent pas de fortes différences entre les modalités. Le fait que la teneur en GSH, deux mois après la fin de la fermentation alcoolique, diminue, est en accord avec la bibliographie (Lavigne et al. 2007).

Il faut noter que, la cinétique de la FA pour les deux modalités était similaire, comme présentée sur la figure 11. Cependant, on ignore si le phénomène de relargage du GSH par les levures au cours de la FA et après sa fin a été similaire. On peut constater que pendant cette expérimentation l'efficacité de l'action de bâtonnage sur les cuves en inox de 30 L est questionnable, car on a manqué de l'équipement adapté. J'estime que la mise en suspension de lies avec l'équipement dont nous disposons a été incomplète, ce qui peut exercer une influence supplémentaire sur ces basses concentrations. De plus, en raison du manque du vin, les cuves de 30 L n'étaient pas parfaitement ouillées. Enfin, l'absence des répétitions rend cette approche moins robuste.

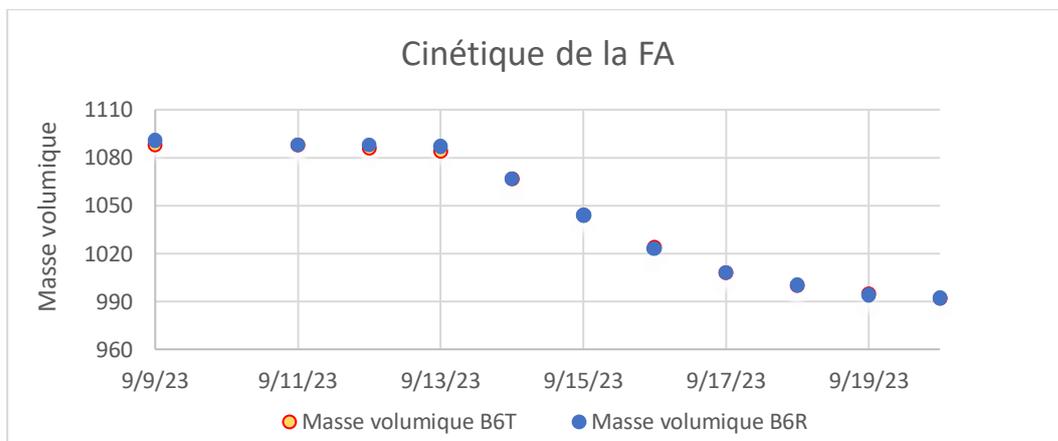


Figure 11. Cinétique de la fermentation alcoolique pour les modalités B6 témoin (en bleu) et B6 refroidie (en jaune).

Concernant les valeurs de DO420 nm, elles sont similaires et faibles et elles n'indiquent pas une différence.

Concernant l'acide caftarique, sa teneur dans la modalité B6R vin est plus élevée. Ceci peut nous indiquer que le moût P1 issu des raisins refroidis, était plus riche en acide caftarique et, par conséquent, plus protégé contre l'activité de PPO. Ce résultat est en cohérence avec la teneur de GSH plus élevée sur la modalité B6R au niveau du moût. Moins de quinones formées et alors moins de GSH combiné.

Les teneurs sont faibles, mais il a été observé expérimentalement que l'extraction incomplète est la principale cause de diminution des teneurs dans les vins, suivie des oxydations enzymatiques et des pertes lors de la fermentation (Vrhovsek et al. 2005). En se basant sur les indices Phénox, on a constaté une extraction des composés oxydables plus importante quand la vendange avait une température de 25°C. Le fait que les teneurs en acide caftarique mais aussi en acide caféique, coumarique et férulique, présentées dans le tableau 8, sont moins importantes nous indique qu'il y avait une perte de ces composés plus importante par rapport à la modalité refroidie. Cette perte plus importante peut indiquer que le moût à 25°C était plus sensible à l'oxydation enzymatique.

Tableau 8. Teneur en acides phénols de chaque modalité au niveau du vin.

Modalité	B6T	B6R
Teneur en acide caféique (mg/L)	0,31 (± 25%)	0,82 (± 25%)
Teneur en acide coumarique (mg/L) L.Q : 0,12 mg/L	< L.Q	0,27 (± 25%)
Teneur en acide férulique (mg/L) L.Q : 0,11 mg/L	< L.Q	0,19 (± 25%)

3.4.4. ANALYSE SENSORIELLE

Onze sur trente sujets ont trouvé l'échantillon unique. Cette valeur est inférieure à la valeur critique. Donc, on peut affirmer que les vins ne sont pas significativement différents, avec un risque de 1% de se tromper.

Les analyses classiques (AT, pH, TA, acidité volatile-*annexe 4*) et la teneur en GSH réalisées sur les vins ne montraient pas de différences. Les différentes teneurs en acide caftarique n'influencent pas directement le vin au niveau gustatif et olfactif. Un test de similitude pourrait être réalisé à la place du test triangulaire, mais le nombre des sujets demandé est supérieur et il n'était pas possible pour des raisons pratiques de respecter ce paramètre.

4. COÛT DE LA CHAMBRE FROIDE

Le coût total de la chambre froide pendant la période de la vendange est présenté au tableau 9. Il inclue le coût de location, de transport mais aussi le coût électrique pour les 36 jours de la vendange pendant lesquels elle a été allumée. Cet investissement selon l'entreprise, jusque maintenant est viable. Enfin, le fait qu'elle soit réglée et entretenue par les experts de la société de location, soulage la pression du travail durant la période intense de la vendange.

Tableau 9. Coût de la chambre froide.

Coût de location (€)	Coût de transport (aller-retour) (€)	kW/h	Prix kW (€)	Prix kW/ jour (€)	Prix kW/ 35 jours (€)	Coût total (€)
2852	1840	7,6	0,13	23,5	846	5544

5. COMPARAISON DU PROJET INITIAL ET FINAL

Des ajustements ont été faits sur la mise en œuvre de cette expérimentation. Le projet initial se retrouve dans l'*annexe 5*. La division des cagettes de la vendange de chaque parcelle en deux parties avec la même masse initiale à l'arrivée à la réception n'était pas possible. En raison des contraintes pratiques (pression de travail à la vigne et au chai) chaque parcelle a été vendangée sur deux parties, afin de créer nos modalités.

Lors des analyses sur les raisins n'ont pas été retenues, l'interprétation des résultats doit toujours prendre en compte que nous avons introduit ce biais possible sur notre étude.

En ce qui concerne les analyses proposées initialement au niveau du moût et du vin, étant donné notre budget limité et le fait que les analyses sont réalisées par un laboratoire externe, mais aussi la volonté de l'entreprise d'utiliser un outil existant déjà au chai, le *polyscan*[®], nous avons préféré nous concentrer sur une molécule indicatrice, le GSH, au niveau du moût. L'entonnage en cuves en inox de 30 L et non en vieilles barriques, comme prévu initialement, a été décidé pour la raison décrite sur la partie III. Toutefois, les contraintes de bâtonnage et d'ouillage peuvent introduire des biais. Chaque lot étant vinifié séparément et pas assemblé, les analyses sur le vin ont pu être faites sur le lot total, afin d'être représentatives de la composition du produit final.

6. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Même s'il n'y a pas de répétitions pour avoir une approche plus solide, il y a une tendance par rapport au phénomène d'extraction au cours du pressurage et la protection du moût contre l'oxydation enzymatique. L'extraction est limitée quand la température de la vendange était à 10°C, mais si on prend en compte la teneur en GSH du moût et la teneur en acide caftarique du vin, on peut dire que la vendange à 10°C semble à avoir été plus protégée contre l'activité PPO ou que l'activité PPO était moins importante quand la température était à 10°C.

Toutefois, l'homogénéité ou hétérogénéité des parcelles étudiées et de chaque modalité n'était pas établie. En plus, la masse initiale n'était pas la même. Ces tendances peuvent donc être dues, en partie, à l'hétérogénéité et/ou des masses initiales de vendange différentes. Une récolte de la parcelle un rang sur deux et un protocole avec plus de répétitions au niveau de P1 total, nous auraient permis d'obtenir des résultats plus robustes et une approche plus scientifique.

Le fait qu'il n'y avait pas une différence significative à la dégustation du vin à ce stade, peut montrer que le moût est déjà bien protégé par le système d'inertage du pressurage. Enfin, dans la mesure où les éléments dosés ont une incidence directe sur l'aptitude du vin à la conservation, il sera intéressant de refaire cette dégustation en fin d'élevage.

Il faudrait également savoir si la réfrigération de la vendange pourrait permettre une augmentation de la valeur de séparation de 70 à 100 sans altération de la qualité du vin produit. Dans tous les cas cette essai pourra être reconduit lors d'un millésime véritablement chaud où la température de vendange peut atteindre 30°C.

Je trouve que la location de la chambre froide pendant la période des vendanges facilite l'organisation du travail pendant la vinification des blancs, au chai car il est équipé avec un seul pressoir de 50 hL. Enfin, il y a aussi un intérêt pendant la vinification des rouges pour des raisons logistiques, tout en ayant un coût en électricité peu important.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Pendant toute la période de ce stage, les gens du Château Olivier m'ont transmis leur philosophie de remise en question permanente mais aussi le fait que le quotidien d'un œnologue requiert des adaptations constantes. Ils m'ont motivée à toujours rechercher des micromanipulations afin d'améliorer au maximum ce quotidien.

En plus, ils m'ont appris que pour l'élaboration d'un vin de qualité, l'équipe et la bonne collaboration est un facteur aussi important que la matière première (raisins de qualité) et que la technique. Je les en remercie vivement, car au-delà des connaissances scientifiques et techniques, c'est certainement ce que j'ai acquis de plus précieux en tant que bagage pour la vie professionnelle qui m'attend.

Enfin, je me sens très chanceuse d'avoir participé sur la vendange 2023 du Château Olivier car comme l'a marqué M. Denis Dubourdieu : « Lorsque la vigne est facile à cultiver, le vin est bien souvent ennuyeux à déguster ».

BIBLIOGRAPHIE

BELY, Marina, SABLAYROLLES, Jean-Marie et BARRE, Pierre, 1990. Automatic detection of assimilable nitrogen deficiencies during alcoholic fermentation in oenological conditions. *Journal of Fermentation and Bioengineering*. Vol. 70, no 4, pp. 246-252. DOI 10.1016/0922-338X(90)90057-4.

BESSIS, R., 1965. *Recherches sur la fertilité et les correlations de croissance entre bourgeons chez la vigne (Vitis vinifera L.)* [en ligne]. Impr. Bernigaud et Privat. Disponible à l'adresse : <https://books.google.gr/books?id=WesgMQAACAAJ>

BOUBEE, Dominique ROUJOU DE, 2003. *RESEARCH ON 2-METHOXY-3-ISOBUTYLPYRAZINE IN GRAPES AND WINES*. .

CHATONNET P., 1991. *Incidences du bois de chêne sur la composition chimique et les qualités organoleptiques des vins: applications technologiques*.

CHEYNIER, V., OWE, C. et RIGAUD, J., 1988. Oxidation of Grape Juice Phenolic Compounds in Model Solutions. *Journal of Food Science*. Vol. 53, no 6, pp. 1729-1732. DOI 10.1111/j.1365-2621.1988.tb07828.x.

CHEYNIER, V., SOUQUET, J. M. et MOUTOUNET, M., 1989. Glutathione Content and Glutathione to Hydroxycinnamic Acid Ratio in *Vitis vinifera* Grapes and Musts. *American Journal of Enology and Viticulture*. Vol. 40, no 4, pp. 320-324. DOI 10.5344/ajev.1989.40.4.320.

CHEYNIER, Véronique et al., 1990. Must Browning in Relation to the Behavior of Phenolic Compounds During Oxidation. *American Journal of Enology and Viticulture*. Vol. 41, no 4, pp. 346-349. DOI 10.5344/ajev.1990.41.4.346.

CHEYNIER, Veronique, BASIRE, Nathalie et RIGAUD, Jacques, 1989. Mechanism of trans-caffeoyltartaric acid and catechin oxidation in model solutions containing grape polyphenoloxidase. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Vol. 37, no 4, pp. 1069-1071. DOI 10.1021/jf00088a055.

CHEYNIER, Véronique et RIGAUD, Jacques, 1986. HPLC Separation and Characterization of Flavonols in the Skins of *Vitis vinifera* var. Cinsault. *American Journal of Enology and Viticulture*. Vol. 37, no 4, pp. 248-252. DOI 10.5344/ajev.1986.37.4.248.

CHONÉ, Xavier et al., 2006. Effect of vine nitrogen status on grape aromatic potential: flavor precursors (S-cysteine conjugates), glutathione and phenolic content in *Vitis vinifera* L. Cv Sauvignon blanc grape juice. *OENO One*. Vol. 40, no 1, p. 1. DOI 10.20870/oeno-one.2006.40.1.880.

COLETTA, Cosimo et al., 2019. Alternating temperature in postharvest cooling treatment of 'Fiano' and 'Falanghina' grapes affects cell wall enzyme rate, berry softening and polyphenols. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. Vol. 99, no 6, pp. 3142-3148. DOI 10.1002/jsfa.9529.

DARRIET, Philippe et SARTRON, C., 2004. *Expérimentation d'un nouveau procédé de pressurage sous gaz neutre - Composition des jus de raisins et des vins - Premiers Résultats, Novembre 2004.*

DUBOURDIEU, D. et LAVIGNE-CRUEGE, Valérie, 1986. *Incidence des opérations préfermentaires sur la composition chimique et les qualités organoleptiques des vins blancs secs.* .

DUBOURDIEU, Denis et LAVIGNE-CRUEGE, Valérie, 2004. THE ROLE OF GLUTATHIONE ON THE AROMATIC EVOLUTION OF DRY WHITE WINE.

ESCOT, S. et al., 2002. Les polysaccharides constituent l'un des principaux groupe de macromolécules du vin. .

ESCUDIER, Jean-Louis et al., 2014. Stress hydrique prolongé des vignes: comment adapter les pratiques œnologiques en conséquence? .

FERREIRA-LIMA, Nayla E. et al., 2016. Impact of Pressing Conditions on the Phenolic Composition, Radical Scavenging Activity and Glutathione Content of Brazilian *Vitis vinifera* White Wines and Evolution During Bottle Ageing. *Food and Bioprocess Technology*. Vol. 9, no 6, pp. 944-957. DOI 10.1007/s11947-016-1680-7.

FLANZY, C., 1998. *Oenologie, Fondements Scientifique et Technologiques*. Paris. ISBN 2-7430-0243-3.

FRISSANT, Sarah et al., 2012. Management de la température de la vendange depuis la vigne jusqu'à la mise en fermentation - Étude quantitative de la protection obtenue contre l'oxydation. . No 145, pp. 21-25.

GIL-MUÑOZ, R. et al., 1999. Evolution of Phenolic Compounds during Wine Fermentation and Post-fermentation: Influence of Grape Temperature. *Journal of Food Composition and Analysis*. Vol. 12, no 4, pp. 259-272. DOI 10.1006/jfca.1999.0834.

GIUDICI, P. et KUNKEE, R. E., 1994. The Effect of Nitrogen Deficiency and Sulfur-Containing Amino Acids on the Reduction of Sulfate to Hydrogen Sulfide by Wine Yeasts. *American Journal of Enology and Viticulture*. Vol. 45, no 1, pp. 107-112. DOI 10.5344/ajev.1994.45.1.107.

GOUADEC D. et MARON J., 2006. *Maîtrise des températures et qualité des vins*. Dunod. Paris.

GUTIÉRREZ-ESCOBAR, Rocío, ALIAÑO-GONZÁLEZ, María José et CANTOS-VILLAR, Emma, 2021. Wine Polyphenol Content and Its Influence on Wine Quality and Properties: A Review. *Molecules*. Vol. 26, no 3, p. 718. DOI 10.3390/molecules26030718.

KENNEDY, James A, 2008. Grape and wine phenolics: Observations and recent findings. *Ciencia e investigación agraria*. Vol. 35, no 2. DOI 10.4067/S0718-16202008000200001.

- KILMARTIN, Paul A., ZOU, Honglei et WATERHOUSE, Andrew L., 2002. Correlation of Wine Phenolic Composition versus Cyclic Voltammetry Response. *American Journal of Enology and Viticulture*. Vol. 53, no 4, pp. 294-302. DOI 10.5344/ajev.2002.53.4.294.
- KOUSSA, T, 1994. Importance de l'acide abscissique dans le développement des bourgeons latents de vigne (*Vitis vinifera* L. var. Merlot) et plus particulièrement dans la phase de levée de dormance. .
- LAGARDE-PASCAL, Christine et al., 2019. Méthode électrochimique pour la mesure en temps réel des polyphénols au cours de la vinification. *Revue des Oenologues*. No 173.
- LAVIGNE, Valérie, PONS, Alexandre et DUBOURDIEU, Denis, 2007. Assay of glutathione in must and wines using capillary electrophoresis and laser-induced fluorescence detection. *Journal of Chromatography A*. Vol. 1139, no 1, pp. 130-135. DOI 10.1016/j.chroma.2006.10.083.
- LI, Hua, GUO, Anque et WANG, Hua, 2008. Mechanisms of oxidative browning of wine. *Food Chemistry*. Vol. 108, no 1, pp. 1-13. DOI 10.1016/j.foodchem.2007.10.065.
- MACHEIX, Jean-Jacques et al., 1991. Phenolic compounds and polyphenoloxidase in relation to browning in grapes and wines. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. Vol. 30, no 4, pp. 441-486. DOI 10.1080/10408399109527552.
- MAFATA, M. et al., 2018. The Effect of Grape Temperature on the Sensory Perception of Méthode Cap Classique Wines. *South African Journal of Enology & Viticulture*. Vol. 39, no 1. DOI 10.21548/39-1-2620.
- MAKHOTKINA, Olga et KILMARTIN, Paul A., 2012. The phenolic composition of Sauvignon blanc juice profiled by cyclic voltammetry. *Electrochimica Acta*. Vol. 83, pp. 188-195. DOI 10.1016/j.electacta.2012.07.101.
- MARAIS, J., 1998. *Effect of grape temperature, oxidation and skin contact on sauvignon blanc juice and wine composition and wine quality*. .
- MARAIS, J., 2001. *Effect of grape temperature and yeast strain on sauvignon blanc wine aroma composition and quality*. .
- MARCHAL, Axel et al., 2011. Influence of Yeast Macromolecules on Sweetness in Dry Wines: Role of the *Saccharomyces cerevisiae* Protein Hsp12. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Vol. 59, no 5, pp. 2004-2010. DOI 10.1021/jf103710x.
- MATTIVI, Fulvio et al., 2012. Development of reliable analytical tools for evaluating the influence of reductive winemaking on the quality of Lugana wines. *Analytica Chimica Acta*. Vol. 732, pp. 194-202. DOI 10.1016/j.aca.2011.11.051.
- MENCARELLI, Fabio et BELLINCONTRO, Andrea, 2020. Recent advances in

postharvest technology of the wine grape to improve the wine aroma. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. Vol. 100, no 14, pp. 5046-5055.
DOI 10.1002/jsfa.8910.

MODESTI, Margherita et al., 2021. Pre-processing Cooling of Harvested Grapes Induces Changes in Berry Composition and Metabolism and Affects Quality and Aroma Traits of the Resulting Wine. *Frontiers in Nutrition*. Vol. 8, p. 728510.
DOI 10.3389/fnut.2021.728510.

NIKOLANTONAKI, Maria, 2010. *ncidence de l'oxydation des composés phénoliques sur la composante aromatique des vins blancs*. .

NOCTOR, Graham et FOYER, Christine H. Simultaneous Measurement of Foliar Glutathione, γ -Glutamylcysteine, and Amino Acids by High-Performance Liquid Chromatography: Comparison with Two Other Assay Methods for Glutathione. .

OLIVEIRA, Carla Maria et al., 2011. Oxidation mechanisms occurring in wines. *Food Research International*. Vol. 44, no 5, pp. 1115-1126.
DOI 10.1016/j.foodres.2011.03.050.

PATEL, Parimal et al., 2010. Influence of Juice Pressing Conditions on Polyphenols, Antioxidants, and Varietal Aroma of Sauvignon blanc Microferments. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Vol. 58, no 12, pp. 7280-7288.
DOI 10.1021/jf100200e.

PONS, Alexandre et al., 2015. Glutathione Preservation during Winemaking with *Vitis Vinifera* White Varieties: Example of Sauvignon blanc Grapes. *American Journal of Enology and Viticulture*. Vol. 66, no 2, pp. 187-194.
DOI 10.5344/ajev.2014.14053.

RENIER, Angelique, 2012. Le gaz carbonique Un moyen de régulation de température simple, flexible, efficace, neutre et écologique de la vigne au chai. . No 145, pp. 71-72.

SALMON, J. M. et al., 1993. Sugar Transport Inhibition and Apparent Loss of Activity in *Saccharomyces cerevisiae* as a Major Limiting Factor of Enological Fermentations. *American Journal of Enology and Viticulture*. Vol. 44, no 1, pp. 56-64. DOI 10.5344/ajev.1993.44.1.56.

SIRE, Yannick et al., 2016. Activité des polyphénol-oxydase du raisin - Influence de la température et de différentes opérations technologiques en vinification. *Revue des Oenologues*. No 160, pp. 25-28.

TOMINAGA, Takatoshi, 2000. Recherches sur l'arôme variétal des vins de *Vitis vinifera* L. cv. sauvignon blanc et sa genèse à partir de précurseurs inodores du raisin.

UGLIANO, Maurizio et al., 2019. UNE NOUVELLE APPROCHE VOLTAMETRIQUE POUR L'ANALYSE DES POLYPHENOLS DES RAISINS BLANCS ET LE SUIVI DES OPERATIONS PRE- FERMENTAIRES. . No 3.

VENIOS, Xenophon et al., 2020. Grapevine Responses to Heat Stress and Global Warming. *Plants*. Vol. 9, no 12, p. 1754. DOI 10.3390/plants9121754.

VIVAS, Nicolas, 1999. *Les oxydations et les réductions dans les moûts et les vins*. Feret. Bordeaux.

VRHOVSEK, Urska et POJER, Mario, 2005. LES ACIDES CINNAMIQUES COMME MARQUEURS DE LA TECHNOLOGIE D'EXTRACTION DU MOUT DANS LA PRODUCTION DES VINS BLANCS. .

WATERHOUSE, Andrew L. et NIKOLANTONAKI, Maria, 2015. Quinone Reactions in Wine Oxidation. In : EBELER, Susan B. et al. (éd.), *ACS Symposium Series*, pp. 291-301. Washington, DC : American Chemical Society. ISBN 978-0-8412-3010-1. DOI 10.1021/bk-2015-1203.ch018.

WU, Jing et al., 2019. The effects of a moderate grape temperature increase on berry secondary metabolites. *OENO One*. Vol. 53, no 2. DOI 10.20870/oenone.2019.53.2.2434.

ANNEXES

Nombre d'essais réalisés	risque α	
	5%	1%
18	10	12
19	11	12
20	11	13
21	12	13
22	12	14
23	12	14
24	13	15
25	13	15
26	14	15
27	14	16
28	15	16
29	15	17
30	15	17

Annexe 1. Extrait de la table de la loi binomiale pour une probabilité de 1/3 - test triangulaire.

Nom :

Prénom :

Trois échantillons-vous sont proposés, numérotés :

575

829

742

Goutez les échantillons dans l'ordre présenté.
Quel est l'échantillon que vous percevez comme différent ?

Veillez donner une réponse même si vous n'êtes pas certain(e)s.

MERCI BEAUCOUP POUR VOTRE PARTICIPATION

Château Olivier
GRAND CRU CLASSÉ

Annexe 2. Fiche du test triangulaire.

Étude par Christine Lagarde-Pascal.

Objectif : valider que la mesure avec le polyscan n'est pas impacté par des températures différentes.

Matériel : sur jus de raisin blanc pasteurisé et sulfité pour qu'il soit stable vis-à-vis de l'oxydation enzymatique).

Mesure à 3 températures, 5 répétitions à chaque température.

Conclusion : pas d'effet significatif.

Tableau 1. Résultats.

Température (°C)	EasyOx	PhenOx	Écart type EasyOx	Écart type PhenOx
9	65	217,5	11,3137	7,7781
15	73,5	218,5	2,1213	6,3639
20	76	244	4,2464	12,7279

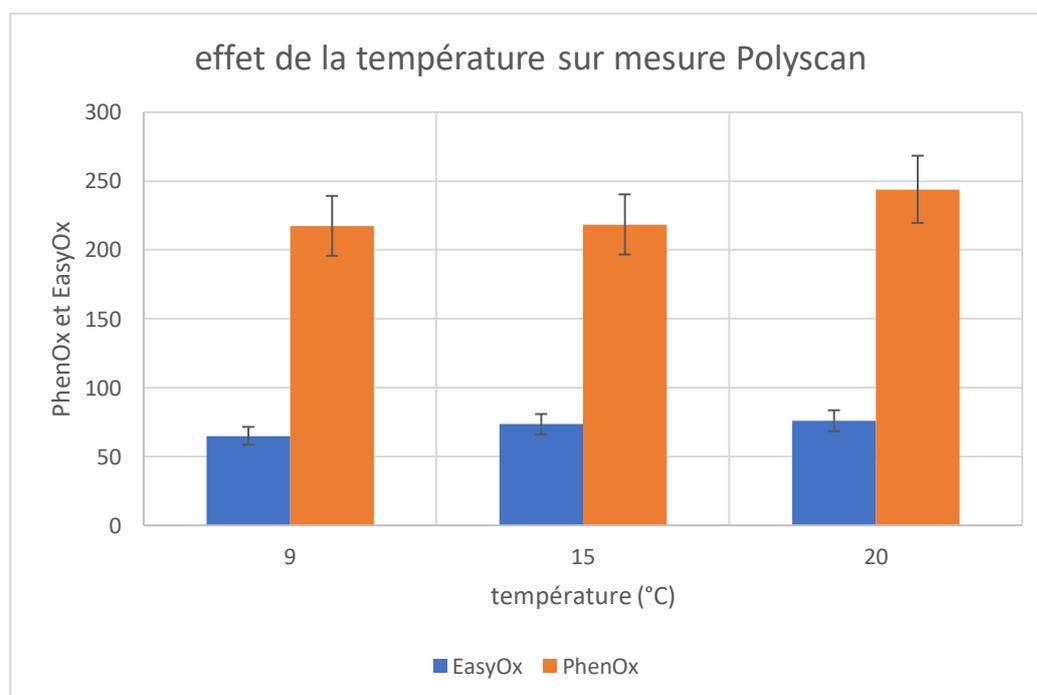


Figure 2. Effet de la température sur la mesure Polyscan®.

Annexe 3. Étude par Mme Lagarde-Pascal sur l'effet de la température à la mesure *polyscan*®

Analyses	Vin B6T	Vin B6R
AT (g/L H ₂ SO ₄)	4,55 (± 6%)	4,53 (± 6%)
TAV (% v/v)	12,63 (± 0,18%)	12,82 (± 0,18%)
pH	3,14 (± 0,14)	3,13 (± 0,14)
AV (g/L H ₂ SO ₄)	0,30 (± 0,7)	0,30 (± 0,7)

Annexe 4. Analyses classiques des modalités : vin B6T et B6R.

PROJET INITIAL

Sujet

Passage en chambre froide des raisins blancs, impact sur le pressurage et la qualité de vin. [Raisins de sauvignon blanc. Possibilité d'avoir deux réplicas.]

Objectifs

- Valorisation de la chambre froide.
- Comparaison qualitative (oxydation enzymatique) et quantitative (rendement en jus P1 et P2) du pressurage des raisins blancs à température ambiante et des raisins blancs refroidis.
- Impact du refroidissement des raisins blancs, sur la qualité des vins au niveau aromatique et par rapport leur potentiel de garde.

Protocole

Définition de modalités : La première modalité-témoin sera les raisins blancs sans refroidissement à température ambiante. La deuxième modalité-essai sera les raisins blancs refroidis par la chambre froide. Témoin : température ambiante et Essai : température selon la capacité de la chambre froide.

Difficultés :

Dans le cas des réplicas, nous ne pouvons pas connaître a priori, si la température du témoin sur les deux réplicas sera la même. Enfin, il ne faut pas oublier qu'avant le pressurage ils remplissent le pressoir avec du CO₂ ou de la carboglace qui peut changer la température des raisins (1,3 kg/100kg /°C).

Organisation sur les parcelles :

Pour des raisons d'homogénéité et des difficultés pratiques (horaires de travail, main d'œuvre, temps, itinéraire de récolte et de pressurage) nous avons choisi des parcelles avec des sols de mêmes caractéristiques où ils sont plantés des pieds de vigne avec le même porte greffe. À cause de ces difficultés pratiques, le Château ne peut pas vendanger tous les raisins issus d'une parcelle et après, à la réception, faire la division des cagettes à celles qui vont être pressées directement à température ambiante et à celles qui vont rester pour 1 nuit sur la chambre froide. Donc, la vendange sera comme indiqué sur l'image 1 («1 rang sur 2»). Alors, les raisins vendangés le matin (bleu) vont être le témoin et les raisins des autres rangs (jaune) vont être l'essai.

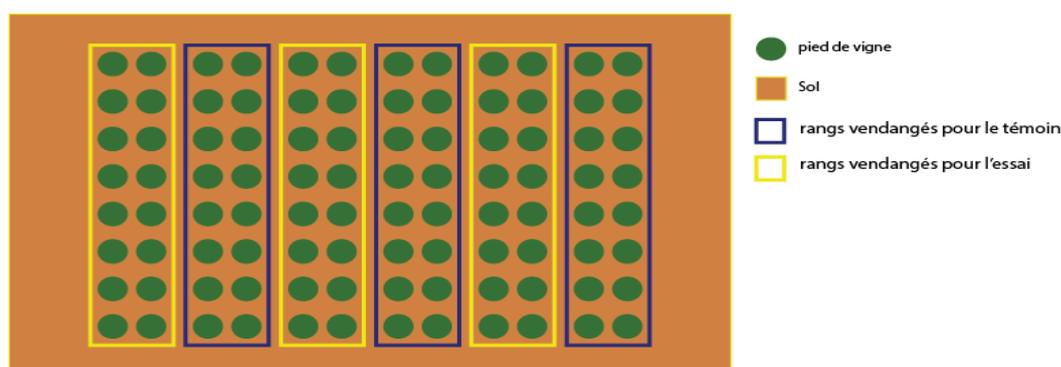


Image 1. Organisation de récolte.

Enfin, afin de connaître leurs caractéristiques et à quel niveau ils sont homogènes, un jour avant, je propose de faire un échantillonnage suffisant des raisins et des analyses de maturité (AT, pH, sucres et Nass).

Difficultés :

- Il faut vérifier si les clones sont les mêmes. C'est possible qu'ils ne soient pas.
- Le plan « 1 rang sur 2 » n'est peut-être pas faisable au niveau pratique et donc possibilité de diviser la parcelle à priori et introduire un biais.
- Possibilité de ne pas faire un contrôle de maturité sur les deux groupes des rangs un jour avant la récolte.

Analyses

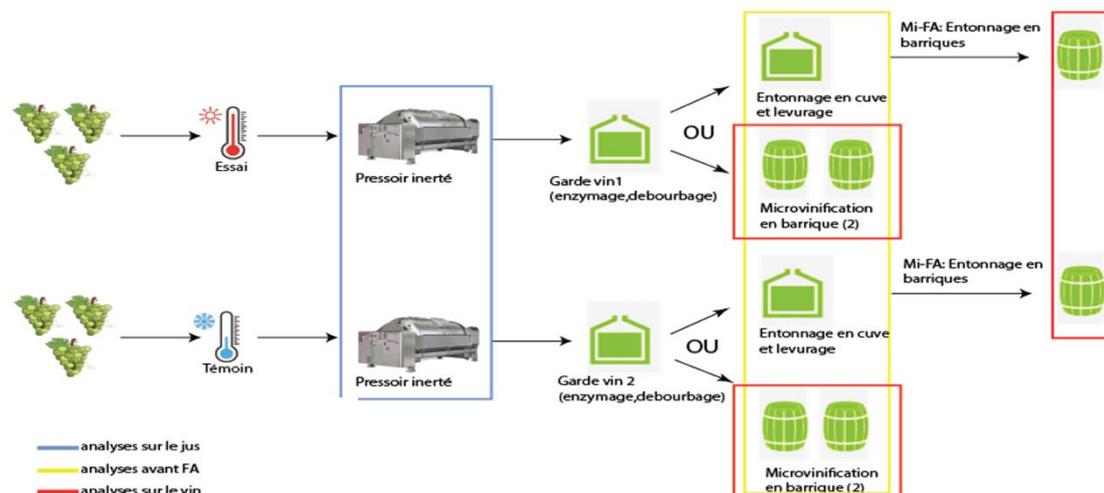


Image 2. Schéma de réalisation de l'expérimentation.

En général, si deux pressoirs sont effectués pour une parcelle, les jus sont réassemblés afin d'être vinifiés ensemble. Les volumes des cuves sont adaptés aux vinifications parcelaires. S'il n'y a pas des cuves disponibles, nous pouvons effectuer de microvinifications en vieilles barriques vieilles. Idéalement pour chaque modalité nous avons besoin des deux barriques, afin d'avoir une marge d'erreur et la pouvoir de faire d'ouillages.

Tableau 1. Analyses à proposer.

	Raisins	Jus P1	Vin
Analyses	1) control de maturité - acidité totale, sucres, ph, TAVp et Nass*	1) Polyscan 2) Ph et 3) Acidité totale 4) DO420 5) Acides phénols, catéchine, épicatechine * 6) Glutathion réduit * 7) rendement en jus	1) Thiols* 2) Glutathion réduit* 3) DO420

Les analyses vont être effectuées au laboratoire Excell, qui est en collaboration avec le Château Olivier. Les échantillons vont être sulfites et congelés. *Analyses lesquelles peut-être vont pas être effectués à cause de coût.

Analyse sensorielle

Test triangulaire (discriminatif), afin de voir s'il y a des différences perceptibles entre les deux modalités. S'il y a, on procède avec le test par paire (descriptif), en demandant quel échantillon est le plus qualitatif ou le plus typique du Château.

[Annexe 5. Projet initial.](#)