



HAL
open science

**Acidification biologique pendant la phase préfermentaire
d'un vin rouge de merlot en vinification intégrale, à
l'aide de levures sélectionnées non Saccharomyces
Lachancea thermotolerans Concerto™**

Tengwen Fan

► **To cite this version:**

Tengwen Fan. Acidification biologique pendant la phase préfermentaire d'un vin rouge de merlot en vinification intégrale, à l'aide de levures sélectionnées non Saccharomyces Lachancea thermotolerans Concerto™. Sciences du Vivant [q-bio]. 2023. dumas-04275308

HAL Id: dumas-04275308

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04275308v1>

Submitted on 8 Nov 2023

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.



HAL
open science

Acidification biologique pendant la phase préfermentaire d'un vin rouge de merlot en vinification intégrale, à l'aide de levures sélectionnées non *Saccharomyces* *Lachancea thermotolerans* Concerto™

Tengwen Fan

► To cite this version:

Tengwen Fan. Acidification biologique pendant la phase préfermentaire d'un vin rouge de merlot en vinification intégrale, à l'aide de levures sélectionnées non *Saccharomyces* *Lachancea thermotolerans* Concerto™. Sciences du Vivant [q-bio]. 2024. dumas-04245854

HAL Id: dumas-04245854

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04245854>

Submitted on 17 Oct 2023

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'Œnologie**
Par **Tengwen FAN**



Acidification biologique pendant la phase préfermentaire
d'un vin rouge de merlot en vinification intégrale, à l'aide de
levures sélectionnées non *Saccharomyces Lachancea*
thermotolerans Concerto™



Château La Conseillante – Héritiers Nicolas



Soutenu devant la Commission d'Examen de la première session 2023
Institut des Sciences de la Vigne et du Vin

Remerciements

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribué au succès de mon stage et qui m'ont aidé lors de la rédaction de ce rapport.

Tout d'abord, j'adresse mes remerciements à Madame Stéphanie MARCHAND-MARION qui m'a beaucoup aidée dans ma recherche de stage et m'a permis de postuler dans cette entreprise. Son écoute et ses conseils m'ont permis de cibler mes candidatures, et de trouver ce stage qui était en totale adéquation avec mes attentes. J'ai aussi beaucoup apprécié son déplacement matinal au château pour vérifier le bon déroulement de mon stage.

Merci à Monsieur Patrick LUCAS, mon tuteur de stage, qui est toujours resté patient et à l'écoute, quand je l'ai contacté. Il a toujours répondu avec promptitude et précision à mes questions.

Je remercie Madame Sophie TEMPÈRE, pour ses conseils lors des analyses sensorielles. Je voudrais également remercier Madame Laurence GENY-DENIS et Madame Elodie GUITTARD grâce à qui j'ai pu réaliser mes analyses dans d'excellentes conditions. Merci à l'équipe de Microflora et Oenoteam pour leurs interprétations des analyses effectuées. Merci à Madame Marina BELY et Monsieur Nicolas PROST pour leurs conseils apportés durant l'analyse des résultats de mon expérimentation.

Merci à l'ensemble de la famille Nicolas en particulier Bertrand et Jean Valmy Nicolas qui rendent non seulement possible l'accueil des stagiaires, mais les considèrent comme des membres à part entière de leur équipe technique.

Je tiens à remercier toute l'équipe de château La Conseillante. Merci à Patrick, notre maître de chai. Il m'a transmis son savoir-faire. Merci à Anaïs et Isabelle, deux vigneronnes qui m'ont accompagnée et encouragée dans les travaux aux vignobles. Je remercie beaucoup Charly, notre chef de culture qui m'a expliqué tout ce que j'ai pu lui demander sans aucune réserve. J'apprécie beaucoup son empathie et sa manière de diriger ; c'est un plaisir d'avoir un chef comme lui. Le meilleur pour la fin, Merci Marielle, pour tout ce que vous m'avez appris, pour avoir eu la patience de le faire même dans les moments les plus chargés, et toujours avec le sourire et plein d'énergie. Je vous remercie d'avoir eu la patience de corriger mon rapport. J'ai eu de la chance de vous avoir comme maître de stage.

Résumé

Château La Conseillante, est un des vignobles le plus réputés dans la région de Pomerol. C'est une entreprise familiale à taille humaine qui a pour devise de faire du vin haut de gamme tout en respectant l'environnement. La production de vins rouges, issus des 12 ha de vignes, est constituée d'un assemblage de Merlot et de Cabernet Franc. Les vendanges sont entièrement manuelles. Deux références du vin sont produites : le grand vin « Château La Conseillante » et le second vin « Duo De Conseillante ».

En raison du réchauffement climatique, les effets négatifs de désacidification des mouts et des vins sont de plus en plus significatifs. La Conseillante a décidé cette année de tester la levure proposée par le Laboratoire Oenoteam permettant d'augmenter l'acidité du moût pendant la pré-fermentation. Ce mémoire présente les essais réalisés sur le produit de bio-acidification CONCERTO™ sur moût de Merlot lors du millésime 2022 en vinification intégrale.

Abstract

Château La Conseillante is one of the most famous vineyards in the region of Pomerol. It is a family business which make high-end wines while respecting the environment. There are 12 ha of vines, the production of red wines is composed by a blend of Merlot and Cabernet Franc. The harvest is entirely manual. Two wines are produced: the great wine "Château La Conseillante" and the second wine "Duo De Conseillante".

Because of global warming, the negative effects of deacidification of musts and wines become more and more important. The estate has decided to try a new yeast which is supposed to increase the acidity of the must during pre-fermentation. This product is recommended by Laboratory Oenoteam. The thesis presents the tests carried out on the bio-acidification for must of Merlot of 2022 by integral vinification with the product CONCERTO™.

Liste des abréviations

AOC : Appellation d'origine contrôlée

ApH1 : Teneur totale en anthocyanes des raisins

ApH3,2 : Teneur en anthocyanes facilement extractibles

AT : Acidité totale

AV : Acidité volatile

CMR : Substances cancérogènes, mutagènes et toxiques pour la reproduction

EA : Extractibilité des anthocyanes

FA : Fermentation alcoolique

FML : Fermentation malolactique

HL/ L/ mL: Hectolitre (s)/ litre (s)/ millilitre (s)

IPT : Indice de polyphénols totaux

IFT : Indicateur de fréquence de traitements phytosanitaires

Kg/ g/ mg : Kilogramme (s)/ gramme (s)/ milligramme (s)

MP : Maturité des pépins

TAV : Titre alcoométrique volumique potentiel

TAVP : Titre alcoométrique volumique potentiel

UFC : Unité Formant Colonie

Table des matières

Remerciements	1
Résumé	2
Liste des abréviations	3
Introduction	6
I. Viticulture	7
1.1 Appellation Pomerol et situation géographique du Château	7
1.2 Les terroirs	8
1.2.1 Les sols	9
1.2.2 Les climats et les changements climatiques dans la région	11
1.3 Millésime 2022	11
1.3.1 Météo.....	12
1.3.2 Les difficultés du millésime 2022	12
1.3.3 Essai nouveau produit engrais foliaire Intracell®	13
1.4 Système de conduite du vignoble	16
1.4.1 Le matériel végétal`	16
1.4.2 Implantation du vignoble	16
1.4.3 Le travail du sol	16
1.4.4 Système de taille	17
1.4.5 Travaux en vert.....	17
1.4.6 Les traitements phytosanitaires.....	19
1.5 Le politique environnemental de Château La Conseillante	19
1.6 Améliorations possibles en viticulture	19
1.7 Conclusion	20
2 Vinification et Élevage	20
2.1 Contrôles de maturité	21
2.2 Vendange	21
2.3 Réception et encuvage	22
2.4 Opérations pré fermentaire	22
2.5 La fermentation alcoolique	23
2.5.1 Suivi de la fermentation alcoolique.....	23
2.5.2 Extraction	24
2.6 Opérations post fermentaire	24
2.6.1 Macération post fermentaire à chaud	24
2.6.2 Écoulage et pressurage	24
2.6.3 Fermentation malolactique.....	25
2.7 Élevage	25
2.7.1 Suivi de l'élevage	25
2.7.2 Gestion des barriques	26
2.7.3 Opérations en cours d'élevage.....	26
2.8 Améliorations possibles en vinification	26
2.9 Conclusion	26

3	Expérimentation.....	27
3.1	Bibliographie	27
3.1.1	L'importance de l'acidité dans les mouts et les vins	27
3.1.2	Acidification biologique.....	27
3.1.3	Lachancea thermotolerans et son effet de bioacidification.....	28
3.1.4	Le produit Viniflora® CONCERTO™	30
3.2	Matériel et méthode.....	31
3.2.1	La parcelle d'expérimentation	31
3.2.2	Mise en place de l'expérimentation.....	32
3.2.3	Analyses.....	33
3.3	Résultats et discussion	34
3.3.1	Maturité des raisins.....	34
3.3.2	La phase préfermentaire.....	35
3.3.3	La Fermentation alcoolique.....	37
3.3.4	La Fermentation malolactique et début élevage	38
3.3.5	Analyse sensorielle	39
3.4	Conclusions et perspectives	40
4	Conclusion.....	41

Introduction

Membre de l'Union des Grand Crus de l'Académie des Vins de Bordeaux, le Château La Conseillante est un des vignobles le plus réputé en France, il fait partie des noms les plus prestigieux sur l'appellation de Pomerol.

Le nom de La Conseillante apparait il y a 300 ans, créé par l'influente marchande libournaise qui s'appelle Catherine Conseillant. Elle entreprend des travaux de rénovation de la propriété et augmente la surface du vignoble. La famille Nicolas acquit le domaine en 1871, avec un objectif de transmettre un riche héritage de génération en génération.

Bertrand et Jean-Valmy Nicolas représentant la cinquième génération depuis 2003, ils continuent à mener la politique d'excellence initiée par leurs ancêtres. Aujourd'hui la vigne s'étend désormais sur 12 hectares.

« Le meilleur à La Conseillante, c'est l'élégance, la finesse (...), il faut ne rien faire qui puisse les empêcher de s'exprimer pleinement » citation du professeur Pascal Ribereau-Gayon, œnologue conseil à La Conseillante en 1980. À la demande de la famille Nicolas, les œnologues Emile Peynaud, Pascal Ribereau-Gayon, Gille Pauquet et Jean-Claude Berrouet ont apporté leurs connaissances et leurs conseils dans l'histoire des vins de La Conseillante.

Depuis 2015 Madame Marielle Cazaux est la directrice générale du Château La Conseillante, Elle est accompagnée par les conseils de Michel Rolland et Thomas DUCLOS. Son équipe permanente au château est composée d'un chef de culture, d'un maître de chai, d'un tractoriste, de deux vigneronnes, d'une secrétaire comptable et d'une responsable des relations publique.

Le domaine poursuit sa quête de qualité en initiant des améliorations techniques en viticulture et vinification.

Depuis une dizaine d'années, le réchauffement climatique a un impact de plus en plus significatif qui se traduit par une dégradation accélérée de l'acide malique ainsi que de l'acide tartrique.

Pour éviter les effets négatifs de désacidification des mouts et des vins, La Conseillante a décidé cette année de tester une nouvelle levure proposée par le Laboratoire Oenoteam permettant d'augmenter l'acidité du moût pendant la pré-fermentation.

Ce mémoire présente les essais réalisés sur le produit de bio-acidification CONCERTO™ sur moût de Merlot lors du millésime 2022 en vinification intégrale.

1. Viticulture

1.1 Appellation Pomerol et situation géographique du château

À Pomerol il y a 813 hectares de vignes en AOC, elles se situent sur le plateau descendant en terrasses successives vers la vallée de l'Isle, au confluent de la Dordogne. Elles sont limitées :

- au Nord, le ruisseau de la Barbanne ;
- à l'Est, les limites communales entre Pomerol et Saint-Emilion ;
- au Sud, la voie ferrée Libourne-Bergerac et l'agglomération libournaise ;
- à l'Ouest, la D 910 Libourne-Angoulême.

Les sols sont composés d'argile, de graves argileuses ou encore de graves sablonneuses sur argile. Le sous-sol argileux confère au vin, une identité particulière. L'encépagement de Pomerol est autour de 80% de Merlot, 15% de Cabernet franc et 5% de sauvignon.

Avec 138 propriétaires déclarants dans l'appellation de Pomerol, c'est tout d'abord l'une des plus petites aires de production du bordelais. L'appellation ne produit que quelques milliers de caisses de vins rouge par an. Il n'y a pas de classement à Pomerol, pourtant les vins sont connus pour leurs qualités. Ils satisfont aussi bien les exigences des grands connaisseurs et dégustateurs que les simples amateurs.

Château La Conseillante se situe au sud de l'appellation Pomerol. Il doit sa singularité à sa position sur les sols de Pomerol mais aussi de Saint-Emilion, entouré de château Vieux Certan, Petrus, château l'Évangile, château cheval blanc et château Beauregard. Il bénéficie d'un terroir unique, répartis sur les 16 micro-parcelles planté de Merlot et Cabernet Franc dont la plus ancienne a été plantée en 1958 : Barrail, Sorbier, Chais derrière, Chais devant, Pipeaude, Certan merlot, Certan Cabernet Franc, Tennis, Cerisiers, Dubuch Merlot, Dubuch Cabernet Franc, Tram, Milieu, Chopinet, Cheval blanc, Tropchaud (Figure 1).

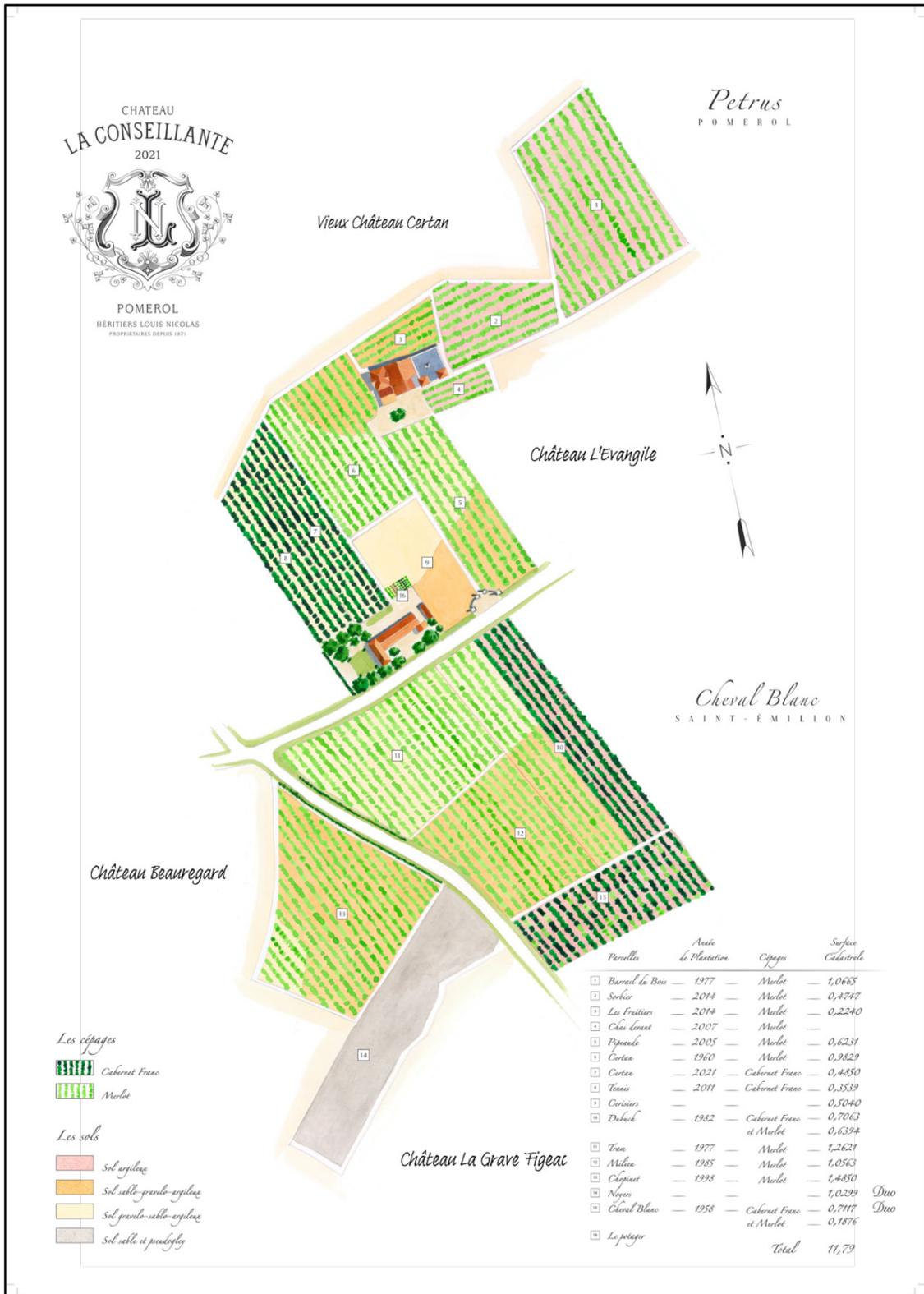


Figure 1 – Carte des parcelles du château La Conseillante

1.2 Les terroirs

L'appellation de Pomerol est composée d'une grande variété de terroirs avec au centre la fameuse boutonnière de Pétrus, 20 ha d'argile bleue où se situe Petrus, La fleur, La Conseillante, Gazin entre

autres. Ces argiles ont la particularité de conserver l'eau et de la restituer aux plantes quand la saison se fait plus sèche. Sur ces sols, le Merlot se plaît et s'exprime tout en douceur et crémeux. Les terroirs plus graveleux existent aussi à La Conseillante. Le Cabernet Franc plantés sur ces sols, vient compléter l'assemblage en lui conférant fraîcheur et épices.

Pour une définition du terroir viticole, il faut considérer non seulement les compositions du sol, mais aussi de nombreux paramètres, parmi lesquels le climat et les techniques de production. En ce sens, cela va à l'encontre de la production de vins standardisés, chaque terroir produisant un vin unique correspondant aux caractéristiques locales de sa zone de production. Le vin du château La Conseillante est dense et très élégant. C'est un vrai choix stylistique et l'ensemble est de belle longueur, avec des fruits noirs, une petite touche florale et une belle acidité.

1.2.1 Les sols

La Conseillante s'étend sur 12 hectares et touche à différentes nuances de sols, quatre types de sols en principe (Figure 2).

Type 1 : Le planosol sédimorphe peu/moyennement profond

Au nord du vignoble de La Conseillante, qui est aussi à côté du vignoble de Pétrus, on observe ce type de sol. Il existe une forte différenciation texturale entre horizons supérieurs peu argileux, assez perméables, et horizons plus profonds, beaucoup plus argileux et très peu perméables, qui assure une réserve d'eau importante lors des précipitations et sa restitution progressive et durable lors de fortes contraintes hydriques. C'est un type de sol idéal surtout en année sèche comme 2022.

Type 2 : Peyrosol sableux et Brunisol sableux sur graves sableuses

On observe ce type de sol principalement au sud et sud-ouest du chai. Les peyrosols sont des sols minéraux, présentant une très forte charge en éléments grossiers (graviers, cailloux et/ou pierres) dès la surface et sur une épaisseur de plus de 50 cm. Les brunisols sont des sols peu évolués, ayant des horizons relativement peu différenciés (textures et couleurs très proches), moyennement épais à épais (plus de 35cm d'épaisseur), ces sols non calcaires sont caractérisés par un horizon intermédiaire dont la structure est nette, marquée par une forte porosité. Ce type de sol est plus sensible aux contraintes hydriques qui aboutissent à un arrêt de croissance souvent assez précoce et qualitatif pour la vigne puisque les raisins deviennent les seuls puits de la photosynthèse. Pourtant pour le millésime 2022, ce n'est pas un type de sol idéal car les contraintes hydriques sont tellement fortes que les vignes peuvent marquer un blocage physiologique précoce.

Type 3 : Le redoxisol sablo-argileux à argilo-sableux

Type 4 : Le reductisol sablo-argileux à argilo-sableux

Ces deux derniers types de sol sont présentés principalement dans le sud du vignoble de La Conseillante, qui est de l'autre côté de la route. Ces sols sont caractérisés par une oxydoréduction du

fer liée à la présence permanente ou temporaire d'une nappe d'eau. Ces sols comportent au moins un horizon présentant des caractères attribuables à un excès d'eau. Sur les millésimes normaux, ils engendrent moins de contrainte hydrique ce qui retarde la maturation et donne des vendanges moins qualitatives, pourtant pour le millésime 2022, ils ont moins souffert du stress hydrique et ont donné de bonnes tailles de baies.

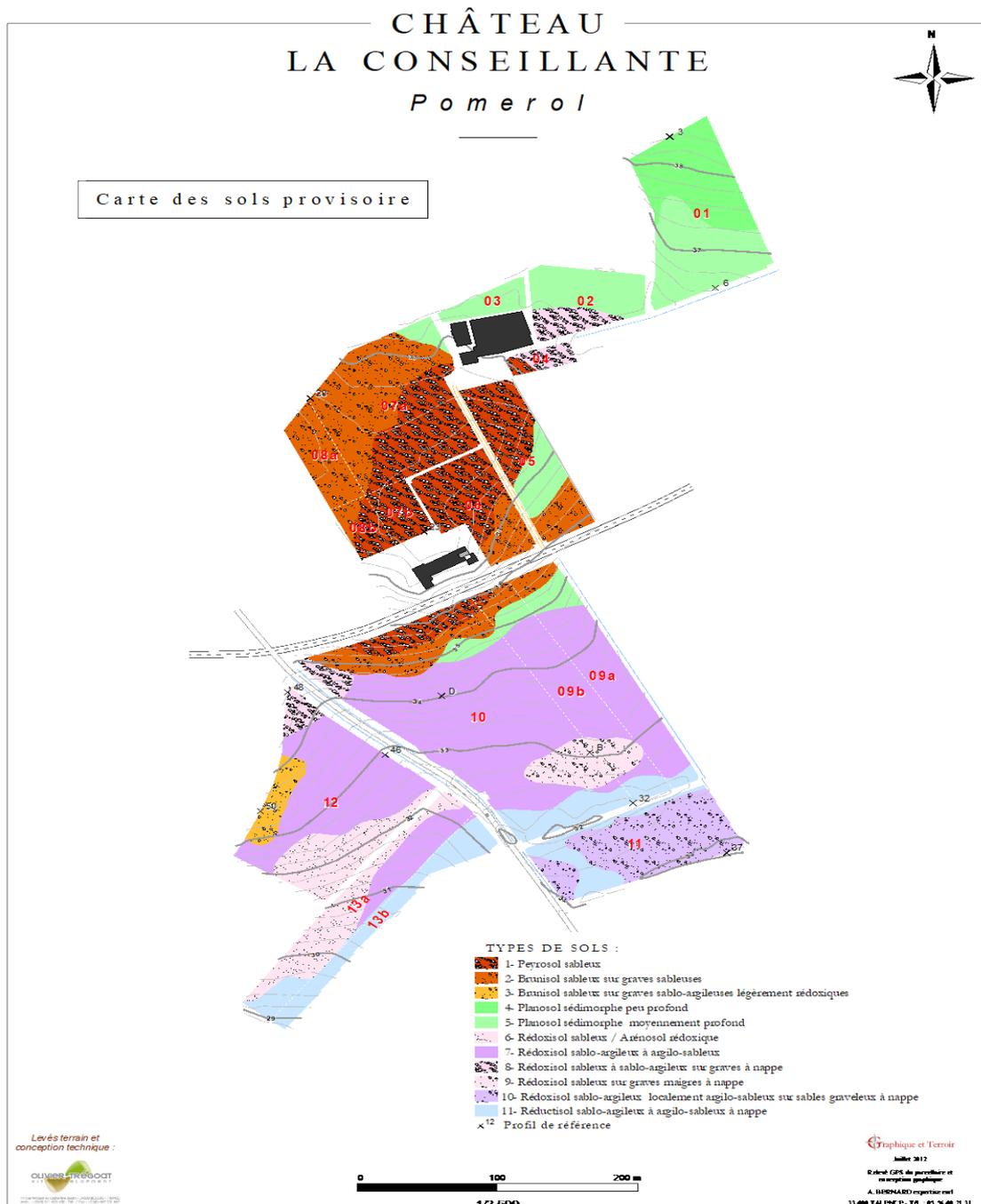


Figure 2 – Types de sols parcellaires du Château La Conseillante

1.2.2 Les climats et les changements climatiques dans la région

Pomerol possède un climat de type océanique altéré selon la typologie des climats de La France et la classification établie par Météo-France. Il s'agit d'une zone de transition entre le climat océanique, le climat de montagne et le climat semi-continentale. Les écarts de température entre hiver et été, augmentent avec l'éloignement de la mer. La pluviométrie est plus faible qu'en bord de mer, sauf aux abords des reliefs. Sur l'année, la température moyenne varie beaucoup, elle se situe autour de 15°C. On compte généralement 628 mm de précipitations en moyenne par an sur les 5 dernières années à Pomerol. Une étude réalisée en 2014 par la Direction générale de l'Énergie et du Climat complétée par des études régionales prévoit en effet que la température moyenne devrait croître et la pluviométrie moyenne baisser, avec de fortes variations régionales.

Aujourd'hui, le changement climatique a une grande influence sur le développement de la vigne et la composition des baies. La température affecte l'expression des gènes et l'activité enzymatique du métabolisme primaire et secondaire qui déterminent la qualité de la maturation du raisin. Les métabolismes primaires (équilibre des sucres et des acides organiques) et secondaires (composés phénoliques et aromatiques) sont déjà modifiés, ce qui modifie la composition du vin. Pour l'instant, l'augmentation des températures a été plutôt favorable à la maturation des raisins dans la région bordelaise, et les millésimes les plus secs peuvent toujours être considérés comme les plus qualitatifs. Cependant, les vins de Bordeaux ont tendance à voir diminuer leur fraîcheur et leurs équilibres.

Une maturation du raisin à des températures trop élevées conduit à une composition du raisin déséquilibrée, cela représente une réelle modification de l'approche de la viticulture. Aujourd'hui, pour s'adapter au réchauffement climatique, les vignerons recherchent, de plus en plus souvent, à retarder la maturité du raisin. Le château La Conseillante a décidé de retarder la taille et d'utiliser des nouveaux porte-greffes tel que le Gravesac et le R110 à la complantation qui sont plus résistants à la sécheresse.

1.3 Millésime 2022

Le millésime 2022 est une année remarquable avec les conditions météo extrêmes, une température très élevée et très peu de précipitation. Les vignes ont souffert d'une sécheresse inhabituelle jusqu'à la récolte.

À La Conseillante, le débourrement a commencé la dernière semaine de mars de manière assez précoce. Les premières fleurs apparaissent à partir de la mi-mai, soit quelques jours avant celle de 2021. La floraison était rapide et homogène dans la dernière semaine de mai.

Début juillet, le stade fermeture de grappe était largement atteint. Par contre, le début de la véraison était bloqué à cause de l'absence de pluie et des fortes chaleurs. Le début de véraison fut ainsi observé la deuxième semaine du juillet, et elle s'est terminée début août de manière assez homogène et rapide.

Des conditions météo chaudes et sèches conduisent à un millésime précoce. Les vendanges parcelles ont commencé le 06/09 pour les merlots, et le 14/09 pour les cabernets francs.

Malgré une diminution de récolte de 15%, ce millésime chaud se traduit par des raisins de qualité qui sont enrichis en sucres avec un TAP% contenu à 14%, une bonne maturation phénolique mais un pH relativement haut. Les notes végétales sont absentes, les notes fuitées (fruits rouges, fruits noirs) sont intenses et complexes.

1.3.1 Météo

Pour le mois Octobre et Novembre de 2021, on a enregistré une pluviométrie déficitaire (-53mm) par rapport à la moyenne des 16 dernières années selon les données enregistrées par les stations de référence du Nord-Aquitaine. Des températures froides (-2°C) ont marqué notamment le mois de Novembre. Après un automne sec et froid, l'hiver est relativement doux et humide avec une précipitation cumulée enregistrée de 68 mm de plus par rapport à la moyenne. Selon les données de la station météo du château, à part le mois de janvier et avril, les températures mensuelles moyennes sont toujours supérieures aux moyennes de ces 5 dernières années. Il en résulte une précocité importante pour les stades phénologiques de la vigne.

De janvier à septembre 2022, nous constatons un déficit de précipitation de 328mm, soit 300mm de moins par rapport à la moyenne (628mm) sur les 5 dernières années (Figure 3).

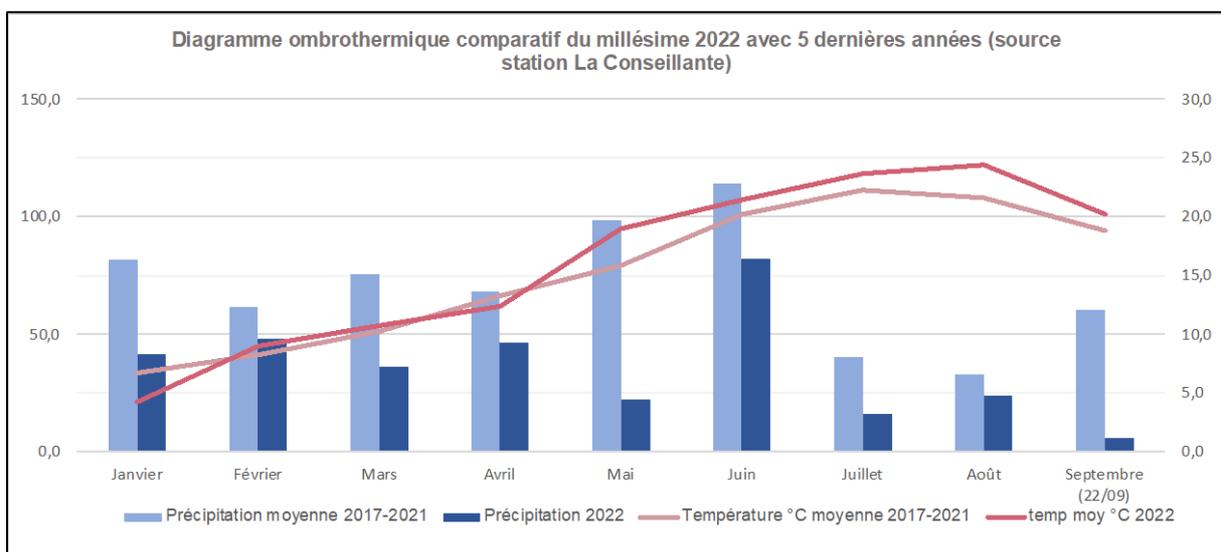


Figure 3- Comparaison de précipitation cumulé et température moyenne du millésime 2022 avec les 5 dernières années (données station météo de Château La Conseillante)

1.3.2 Les difficultés du millésime 2022

La semaine de gel est arrivée entre le 07/04 et le 10/4/2022. La majorité des parcelles étaient sur les stades de C05-Pointe verte et D06-Eclatement du bourgeon, pourtant sur les parcelles plus précoces (Pipeaude, chais devant), les stade E07 Feuille étalée voir E09 2 à 3 Feuilles étalées sont observés.

L'équipe a protégé le vignoble en installant 3 éoliennes antigel au tour des parcelles qui sont utilisées comme super ventilateur qui permettent de mélanger de l'air chaud en hauteur avec de l'air frais au niveau du sol. En association avec les éoliennes, on a mis en place 400 bougies antigel par hectare en cas de gel d'hiver. Malgré les surcouts importants d'investissement des éoliennes et les bougies, les résultats sont satisfaisants. Les vignes ont été bien protégées contre le gel contre le millésime 2022. La croissance de la vigne a ralenti pendant la période plus fraîche de début avril, s'accéléralant à partir du milieu du mois en raison de températures supérieures à la moyenne. Les conditions météorologiques au printemps, en particulier au mois de mai, ont été favorables à la floraison. Il n'y a donc presque pas eu de coulure ni de millerandage.

Il y a eu des orages sur mai et août. Le dispositif anti grêle SELERYS est composé : d'un système de prévision des orages, couplé avec un lanceur de ballons qui permet de lancer à distance jusqu'à 3 ballons en moins de 5 minutes. Ce dernier a été assez performant car le château la Conseillante n'a pas été touché par la grêle pour le millésime 2022. Pourtant, il y a eu des fausses alertes d'orages signalées par le système, certains ballons ont été lancés inutilement. Ce système nécessite une amélioration pour la prévision des orages avec une meilleure précision.

Les mois d'été ont été chauds, secs et marqués par 3 périodes caniculaires : le 18/06, le 14/07 et le 10/08. Les premiers signes de contrainte hydrique étaient observés dans les parcelles plus sensibles à la fin juin, avec certaines feuilles jaunes et le dessèchement des baies. Fin juillet, un début d'aoûté est observé à la base des rameaux de merlots. Il est dû à la contrainte hydrique. Mi-août, l'échaudage était observé sur certains pieds de merlots dans les rangs côté soleil couchant : les baies en général étaient plus petites avec un poids inférieur à celui du millésime précédent au même stade. L'équipe a mis en place les travaux en vert adaptés à la sécheresse des vignes et a utilisé de l'argile en protection solaire afin de diminuer les effets négatifs du soleil (échaudage, évaporation). Nous avons également fait des essais sur un nouvel engrais foliaire pour protéger les vignes du stress hydrique.

En 2022, avec ces conditions climatiques, il n'y a donc pas eu de pression mildiou ou oïdium contrairement à 2021.

1.3.3 Essai nouveau produit engrais foliaire Intracell®

1.3.3.1 Objectifs

Avec le réchauffement climatique, les vignes dans la région souffrent de plus en plus du stress hydrique. Il est donc nécessaire de trouver des méthodes efficaces pour réduire le stress hydrique. Face à la chaleur du millésime 2022, l'équipe a pris la décision de tester un nouvel engrais foliaire Intracell® en mesurant le potentiel de tiges sur des parcelles différentes afin de savoir s'il y a des effets significatifs par rapport aux témoins.

1.3.3.2 Mode d'action et application d'Intracell®

Intracell® est une poudre soluble permettant d'enrichir les vignes en glycine bêtaïne naturelle. Cette molécule végétale régule la pression osmotique des cellules, ce qui permet :

- D'augmenter la capacité d'exploitation de l'eau du sol et sa rétention par la vigne.
- D'améliorer la résistance des tissus et maintenir le métabolisme notamment en cas de stress hydrique, salin ou choc de température.

L'application se fait par pulvérisation foliaire, 2kg par hectare toutes les 3 à 4 semaines en cas de stress. C'est un produit utilisable en agriculture biologique.

1.3.3.3 Mise en œuvre

L'essai est effectué sur une parcelle habituellement peu sensible au stress hydrique (Barrail) et une parcelle toujours très sensible (Pipeaude). Dans chaque parcelle l'équipe a laissé deux passages sans utilisation d'Intracell®.

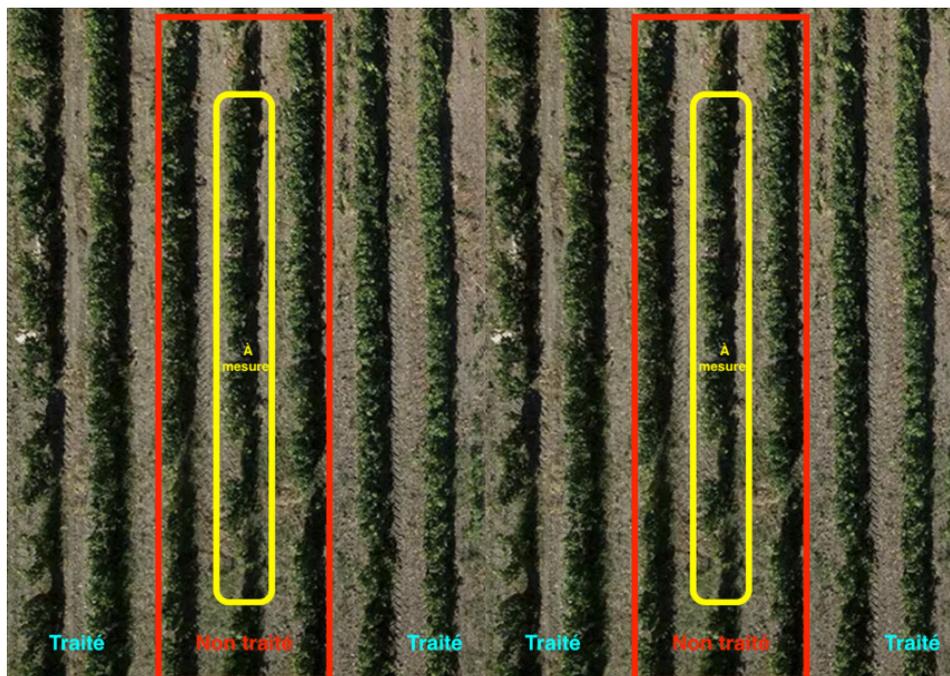


Figure 4- Plan de traitement d'Intracell® 2022 au Château La Conseillante

Deux traitements ont été faits :

- Premier traitement début juillet (stade fermeture de la grappe) après les 47mm de pluie
- Deuxième traitement le 24/07 (stade véraison) après les 13mm de pluie.

Les mesures ont été faites 10 jours après les traitements sur les rangs non traités et traités. La mesure s'est faite sur les deux rangs centraux (Figure 4).

Les mesures ont été faites sur un échantillon de 6 feuilles saines par modalité. Elles étaient choisies sur un rameau primaire, coté soleil levant, sur 6 pieds marqués, d'expression végétative identique et

indemnes de maladies du bois. Pour éviter les effets de bordure, les pieds sélectionnés sont situés dans la partie médiane des parcelles. Les feuilles ont été ensachées minimum 2 heures avant la mesure dans le sachet d'aluminium imperméable et opaque. Les mesures ont été réalisées par une chambre à pression avec manomètre numérique qui précise la valeur du potentiel hydrique d'un cep.

1.3.3.4 Résultats et discussion

D'après les valeurs mesurées par la chambre à pression (Tableau 1 et Tableau 2), les deux parcelles avaient des contraintes hydriques faibles à modérés le 11/07, pourtant le 07/08 la parcelle Barrail avait une contrainte hydrique modérée à sévère et la parcelle Pipeaude avait une contrainte hydrique assez sévère.

Sur la parcelle Barrail, les pieds traités ont subi plus de contrainte hydrique que les pieds non traités avec des légères différences malgré les deux traitements.

Sur la parcelle Pipeaude, les pieds non traités ont subi plus de contrainte hydrique que les pieds traités avec des légères différences qui sont négligeables.

BARRAIL	11/07/2022				06/08/2022			
	1T	2T	1NT	2NT	1T	2T	1NT	2NT
1	10,49	9,85	9,13	9,75	13,34	12,86	15,31	11,82
2	12,05	9,49	8,68	10,13	12,68	11,62	12,59	11,31
3	9,62	11,62	10,34	11,41	12,65	14,78	12,65	14,87
4	9,3	10,52	10,11	10,66	12,74	14,73	14,17	12,85
5	7,99	10,66	8,73	11,57	12,57	15,94	12,72	16,04
6	10,19	9,85	10,58	9,72	14,21	15,19	14,97	12,81
moyenne	9,94	10,33	9,595	10,54	13,032	14,187	13,735	13,283
moyenne	10,13		10,06		13,609		13,509	
diff	0,07				0,100			
mediane	10,159		10,05		13,575		13,476	

Tableau 1 : Résultats de potentiel tige à Barrail.

PIPEAUDE	11/07/2022				06/08/2022			
	1T	2T	1NT	2NT	1T	2T	1NT	2NT
1	11	9,89	12,83	9,58	15,84	14,16	15,65	17,98
2	11,03	9,3	10,97	10,52	15,92	16,28	16,65	16,54
3	10,66	9,86	10,76	11,91	18,86	15,69	14,86	17,72
4	11,01	10,91	9,8	11,87	14,46	15,64	16,48	17,4
5	11,57	11	10,8	12	15,1	17,21	15,38	15,1
6	11,33	10,87	12	12,11	17,55	17,29	17,91	16,81
moyenne	11,10	10,31	11,19	11,33	16,29	16,05	16,16	16,93
moyenne	10,70		11,26		16,16		16,54	
diff	-0,56				-0,38			
mediane	10,756		11,224		16,098		16,564	
diff	-0,468				-0,466			

Tableau 2 : Résultats de potentiel tige à Pipeaude

T : rang traité par Intracell® ; NT : rang non traité

En conclusion pour cet essai, Intracell® n'a pas d'effet significatif sur le vignoble contre le stress hydrique. L'équipe se prépare à refaire des essais avec d'autres produits l'année prochaine. Enfin, les

valeurs mesurées en août montrent que les vignes ont subi un stress hydrique plus sévère en 2022 par rapport aux années classiques à Bordeaux (moins de 14 en général), trouver un nouvel engrais contre le stress hydrique sera ainsi nécessaire dans l'avenir.

1.4 Système de conduite du vignoble

1.4.1 Le matériel végétal

Actuellement, 10,64 hectares sont plantés en vignes dont 80% de merlot et 20% de cabernet franc. Les porte-greffes sont en majorité le 3309 (convenant particulièrement aux sols humides). Le SO4 et le 101-14 sont présents mais en toute petite quantité. Avec le changement climatique, les porte-greffes tel que le Gravesac et le R110 qui sont plus résistants à la sécheresse, sont utilisés pour les complants. L'INRA a créé les clones Merlot 343 et 347 de Bordeaux. Ces derniers plantés à La Conseillante il y a 10 à 20 ans, ont pour caractéristiques d'avoir un faible rendement, une richesse en sucre, un potentiel couleur supérieur, une acidité totale et une structure tannique moyenne donnant des vins très structurés. Les clones de Cabernet Franc est le 214, mais le château utilise aussi des sélections massales.

1.4.2 Implantation du vignoble

La densité de plantation à Château La Conseillante est de 7000 pieds par hectare en moyenne. L'écartement inter-ceps est de 0,9m à 1,2m, l'écartement inter-rang est de 1,35m à 1,5m. Il s'agit de vignes étroites à densité élevée, qui favorisent la production et la maturation de raisins de qualité. L'orientation des rangées est principalement nord-sud, de sorte que les plantes bénéficient d'un meilleur ensoleillement pendant toute la journée.

1.4.3 Le travail du sol

Une fois les vendanges terminées, la propriété fertilise chaque année afin de donner les besoins nutritifs importants à la reprise végétative. L'apport de matières organiques permet aussi de favoriser la biodiversité du sol.

Les sols de La Conseillante sont en partie enherbés avec des semis travaillés mécaniquement, ce qui permet de diminuer l'érosion des sols. Le semis est réalisé un rang sur deux après la fertilisation, l'équipe a choisi la vesce et l'avoine pour 2021 et 2022. La vesce fixe d'azote dans le sol et protège les sols de l'érosion ; L'avoine améliore la structure des sols. Les semis améliorent la portance du sol, apportent l'azote, décompactent et aèrent le sol, créent un écosystème pour avoir une biodiversité. Le semis s'accompagne du chaussage sous le rang, celui-ci protège le point de greffe du gel mais cela fait longtemps que les hivers ne sont plus aussi vigoureux.

Au printemps, on commence le travail du sol en mulchant entre chaque rang. Cela crée un paillis organique qui empêche les mauvaises herbes de pousser en étouffant ces dernières lors de leur pousse.

Dans le contexte du changement climatique, le mulching appliqué sur les rangs de vigne peut contribuer à réduire le stress hydrique en limitant l'évaporation, en conservant ainsi l'humidité du sol, et en améliorant l'infiltration d'eau lors des rares épisodes pluvieux (limite la formation d'une croûte de sol imperméable).

Sous chaque rang, la vigne est décavaillonnée afin d'éliminer et d'enfouir les adventices, vecteurs de maladies en début de croissance.

Cet été, plusieurs passages des griffes ont été nécessaires pour les jeunes parcelles comme Tennis lors de ce millésime particulièrement sec. Ceux-ci ont permis une meilleure infiltration de l'eau dans le sol ainsi que la formation d'un coussin d'air créant une protection des racines par isolation.

La politique du travail du sol à La Conseillante, est de passer le moins possible dans le sol en combinant plusieurs outils pour limiter les passages.

1.4.4 Système de taille

La taille est effectuée pendant la période de repos végétatif de la vigne, c'est-à-dire lorsque la sève est descendue en réserve entre décembre et mars. La taille sert à régulariser et à pérenniser la production de la vigne. Elle permet aussi une augmentation de la qualité des vins en diminuant sensiblement le nombre de grappes, ce qui concentre le jus des grappes restantes. Elle est réalisée en Guyot simple pour les jeunes vignes et Guyot mixte pour les vieilles vignes, afin de bien gérer la vigueur et la production. Avec le réchauffement climatique, la vigne a tendance à débourrer plus tôt. L'équipe anticipe avec une taille plus tardive afin que le débourrement soit ainsi plus tardif diminuant en partie la sensibilité au gel pour des gels précoces (fin mars/début avril). En 2022, la taille a commencé le 17/01 et a fini le 25/03.

1.4.5 Travaux en vert

On réalise plusieurs opérations tout au long du cycle végétatif pour assurer un développement équilibré et harmonieux de la plante. Cela permet à la vigne de révéler sa typicité lorsqu'elle produit du vin. Lors de la complantation, les cepes malades sont arrachés et de nouveaux pieds sont plantés dès la vendange terminée. Ce processus maintient le rendement approprié pour chaque parcelle de vigne tout en respectant le cahier des charges de l'appellation de Pomerol.

Les travaux en vert au château La Conseillante varient d'une année sur l'autre, en fonction des préoccupations climatiques et sanitaires (Tableau 3). Tous les travaux en verts sont effectués manuellement, à l'exception du rognage. Pour mieux protéger les vignes face à la sécheresse en 2022, les travaux en vert ont été minutieux avec plusieurs passages (Tableau 4) :

- Moins d'échardage et effeuillage coté soleil levant pour protéger les grappes contre la chaleur et le soleil.

- Pas d'échardage ni effeuillage coté soleil couchant pour garder les grappes à l'ombre aux heures les plus chaudes.
- Moins de rognage pour augmenter l'épaisseur du feuillage afin d'éviter des coups de soleils sur les baies.
- Plus d'écimage pour diminuer la hauteur de la surface foliaire, afin de réduire la transpiration des vignes et donc leur consommation en eau et énergie.
- Plus de vendanges en vert sur les pieds qui souffrent de stress hydrique. Laisser qu'une grappe sur les rameaux chétifs afin de décharger les vignes
- Élimination des grappillons de tous les pieds afin de garder l'eau et l'énergie de cep aux grappes.

Tirage des cavallons	Élimination des adventices sous le rang qui concurrencent la vigne en eau et en azote (nécessité importante pour ce millésime avec l'apparition de la sécheresse en juillet)
Carassonnage	ou « sécaillage », consiste à contrôler et entretenir le palissage (piquets et fils) nécessaire au soutien de la végétation. Plusieurs faches y sont associées : retrait et remplacement des piquets endommagés, renouvellement des pointes de levage defectueuses, réparation des fils cassés, changement des amarres, tension des fils
Broyage	Broyer les sarments sur la vigne pour apporter des améliorations sur la texture du sol ainsi que de la matière organique.
Calage	une opération qui s'effectue au Printemps et qui consiste à attacher le pied de vigne au fil de fer tendu juste au dessus de lui afin de lui donner un appui pour lui permettre de pousser bien droit
Pliage	Cette opération consiste à attacher l'aste sur le fil horizontal afin de discipliner le pied et de faire croître la vigne sur un seul axe
Épamprage	Élimination des pampres afin de rediriger le flux de sève vers les sarment fructifères et ainsi d'améliorer la maturation des baies.
Relevages/ Levage	Répartition des sarments sur les fils de palissage. Étape importante pour la qualité de la récolte à venir ainsi que pour l'hygiène de la vendange. En effet, il avait été donné pour instruction aux équipes de relever les rameaux en démantelant grappes et bois afin que les grappes ne soient pas imbriquées les unes dans les autres au moment de la fermeture des grappes. Cela permet d'éviter le développement de maladies (botrytis) à l'intérieur des paquets.
Echardage -Effeuilage côté soleil levant	Élimination des feuilles et des rameaux secondaires au niveau des grappes entre nouaison et fermeture de la grappe. Cela permet d'aider le raisin à arriver à maturité sans le brûler avec le soleil de l'après midi. Ceci permet une bonne aération des grappes, prophylaxie essentielle contre le botrytis.
Vendanges en vert/éclaircissage	Cela permet de rediriger la sève vers les grappes plus qualitatives. Coupe systématique des verts-jus et troisièmes grappes sur les ceps. Coupe des grappes coulées qui n'arriveront de toute façon pas à maturité. Libération des grappes emballées afin d'éviter l'apparition de botrytis à l'intérieur des paquets. Cette étape est à réfléchir en fonction de chaque parcelle selon la vigueur des pieds et la climatologie du millésime.
Rameaux chétifs	Attachement les rameaux chétifs et laisser une grappe sur chaque rameau chétif
Couper les grappillons	Enlever les grappillons surtout en haut du cep. Cette étape aide de réserver l'eau dans les grappes et une meilleure maturation
Rognage et Ecimage	Effectué tous les dix jours environ, il consiste à supprimer l'extrémité des sarments afin d'éviter une croissance trop importante en hauteur du matériel végétal. Systématiquement réalisé avant les traitements.

Tableau 3 : Définition des travaux en vert effectués en 2022 au Château La Conseillante

Retrait des agrafes	Carassonnage (piquet)	Taille		Carassonnage (fils) Broyage Calage Pliage	1er Epamprage Dédoublage	1er Levage	2ème Relevage 3ème Relevage Effeuilage et échardage Rattachement rameaux chétifs	Effeuilage et Echardage Epamprage Vendange en vert Couper les grappillons Rattachement rameaux chétifs	Couper les grappillons	Couper les grappillons Vendange	
Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	septembre	Octobre
		17/01-25/03		Débournement (dernière semaine de mars)		Floraison (commence la dernier semaine de mai)		Véraison (2ème semaine de juillet, termine fin juillet)		Maturité (vendange 06/09-34/09)	

Tableau 4 : Calendrier de travaux en vert 2022 au Château La Conseillante

1.4.6 Les traitements phytosanitaires

En 2022, on n'a pas subi de pression sanitaire importante par rapport à l'année précédente. Les traitements ont été effectués dans le respect de l'environnement en utilisant beaucoup de produits homologués en agriculture biologique à titre préventif. L'équipe a utilisé seulement un traitement « chimique » non bio ou bio contrôlé le 18 mai, car la météo prévoyait des pluies importantes et la vigne était au stade de floraison (sensibilité accrue). Finalement, il n'a pas plu autant qu'annoncée. Le château aurait pu faire une campagne 100% en agriculture biologique.

Pour lutter efficacement contre la maladie, l'équipe met en place un programme qui correspond à l'évolution naturelle de la phénologie de la vigne. Le produit BAIKAL WP à base d'argile blanc est utilisé en juin et juillet contre les coups de soleil et la chaleur, il forme une barrière physique qui aide à réfléchir la lumière pour réduire le réchauffement du feuillage. Le calendrier des traitements phytosanitaire est mis en annexe 1.

1.5 La politique environnementale du château La Conseillante

La Conseillante est certifiée ISO 14001 et HVE 3 depuis 2016 dans le cadre de sa participation à la certification collective par la Première Association pour le Système de Management Environnemental (SME) des Vins de Bordeaux. La politique environnementale va plus loin puisqu'ils s'engagent à utiliser :

- Plus de 80 % de produits BIO et/ou biocontrôlé.
- La biodynamie et de la phytothérapie.
- Ne pas utiliser de CMR

1.6 Améliorations possibles en viticulture

Face à un millésime de sécheresse, les mesures prises par l'équipe de La Conseillante ont relativement contenu le stress hydrique de la vigne. Les effets sont visibles en comparant les autres vignobles voisins. Les nouveaux essais pourraient être effectués afin d'adapter au mieux le vignoble face à la sécheresse :

- Destruction du couvert d'avoine et de la vesce plus tôt (courant avril)

Selon un essai de l'ICV en Provence, lors de printemps secs comme ce fut le cas en 2022, le mulching formé après le roulage n'a pas un effet positif contre le stress hydrique, au contraire, il a même empêché les petites pluies de pénétrer dans le sol. En effet, avant sa destruction, il concurrençait la vigne en eau et en éléments fertilisants. Et même après. Quand le couvert était roulé, le sol ne s'est pas arrêté tout de suite de transpirer, surtout à cause de l'avoine dont la destruction nécessite deux roulages. Le paillage formé par mulching retient l'eau à condition que l'on parte d'un sol humide. Ainsi, l'équipe du château aurait dû détruire le mulching plus précocement. Il conseille de semer tôt afin d'avoir une biomasse suffisante au moment de la destruction.

- Utilisation des filets d'ombrage de la vigne

Face au réchauffement, des essais menés en Corse, dans le Var et dans le Vaucluse montrent que les filets d'ombrage retardent la maturation, réduisent les besoins en eau de la vigne et le flétrissement des baies, tout en préservant la qualité des vins.

- Installation des ombrières photovoltaïques « intelligentes »

Les vignes équipées de ce dispositif ont résisté au stress hydrique et donné des vins plus équilibrés, comme témoignent les viticulteurs méridionaux. Ces ombrières photovoltaïques « intelligentes » se déploient en fonction de la météo, du stress hydrique ou du développement végétatif. Au-delà de la protection contre le soleil, elles sont conçues aussi pour limiter les effets du gel en hiver et se déployer lors d'une alerte grêle. L'électricité produite permet de financer la structure.

À ce jour les filets et les ombrières sont interdites dans AOC Pomerol, cependant il est possible qu'ils soient autorisés dans le futur face au réchauffement climatique.

1.7 Conclusion

J'ai pu mettre en application de nombreuses connaissances apprises lors des cours à l'ISVV lors de ce stage. Cependant la Conseillante m'a permis d'acquérir de nombreuses compétences en matière de viticulture grâce à la participation à tous les travaux en vert. Pour bien gérer un vignoble, il faut avoir la capacité de réagir rapidement lors de l'apparition des problèmes. Les expériences des millésimes sont la richesse du vigneron. Le Château la Conseillante transmet une expérience de plus de 150 ans, c'est un savoir inestimable.

2. Vinification et Élevage

2022 est un millésime compliqué pour la vinification et l'élevage. Il est marqué par un déficit hydrique qui va provoquer une faible acidité et un taux élevé en sucre ce qui a pour conséquences :

- L'instabilité microbienne.
- Risque d'arrêt de fermentation alcoolique et de fermentation languissante.
- Risques croissant de démarrage de FML spontanée par lactobacillus et Pediococcus sp, provoquant des altérations sensorielles.
- Risque potentiel de dégradation des sucres après FML par Oenococcus oeni à pH élevé (pique lactique), surtout avec la teneur d'acide malique très basse cette année.
- Baisse de l'efficacité des sulfites, avec un risque accru d'instabilité microbienne et physico-chimique, notamment d'oxydation.

Tous ces paramètres demandent une précaution sanitaire exigeante et des analyses de contrôles plus fréquentes par rapport aux autres millésimes. En 2022, à cause du déficit hydrique la faible taille des baies a entraîné un rendement en jus peu important. L'approche des extractions en fermentation alcoolique doit ainsi être mesurée.

La vinification et l'élevage des vins de La Conseillante sont adaptés à l'élaboration de ces vins de garde, composés à 80% de merlot et à 20% de cabernet franc. Le rendement moyen de 36 à 40 hl/ha actuellement, aboutit habituellement à la production maximum de 50 000 bouteilles. La Conseillante pratique la vinification parcellaire sur l'ensemble de son domaine. Ceci permet de faire ressortir toutes les caractéristiques de chaque parcelle et de pratiquer un assemblage précis tout en pérennisant la typicité de la Conseillante.

2.1 Contrôles de maturité

Le suivi de la maturation a commencé par une première analyse physico-chimique le 18/08 et des dégustations régulières des baies. Pour l'analyse, 200 baies sont prélevées aléatoirement dans chaque parcelle, sur toutes les parties de la grappe, en évitant les rangs de bordure. Les analyses, réalisées au laboratoire OENOTEAM, regroupent la mesure du poids des 200 baies, et également :

- La mesure des sucres réducteurs et du TAVP.
- Les analyses relatives à l'acidité : pH, Acidité Totale, acide malique.
- La mesure de l'azote assimilable, pour prévoir une éventuelle supplémentation pendant la fermentation.

En parallèle des analyses physico-chimiques, des dégustations de baies sont faites par l'équipe l'œnologue deux fois par semaine ; ce qui a pour but de suivre l'évolution des maturités phénoliques et aromatiques et de faire le choix de la date de récolte.

1.8 Vendange

En 2022, la vendange commence avec une première parcelle récoltée le 5 septembre pour les merlots, et une fin de vendanges le 21/09 pour les cabernets francs. La récolte manuelle est assurée par une équipe d'extérieure au château de plus 25 vendangeurs. Une sélection doit être fait dès la coupe en éliminant :

- Les grappillons.
- Les grappes séchées par l'échaudage.
- Les grappes ou portions de grappes atteintes de Botrytis (ce qui n'était pas le cas en 2022).

La vendange est placée dans des cagettes de 15kg, empilées en évitant l'écrasement des baies. Les cagettes sont stockées au froid dans des containers frigorifiques pendant 24 heures en préparation de la macération initiale à froid.

Pour le millésime 2022, les parcelles sont récoltées avec un TAVP de 14%vol en moyenne, une densité autour de 1,100, un pH élevé de 3,7 en moyenne. A la dégustation, les baies sont riches en sucre avec une faible acidité mais de manière assez équilibrée, concentrées par des arômes des fruits rouge qui

persistent en bouche. Les tanins sont mûrs, sans sensation de sécheresse, et présentent des notes d'amande. Les pépins sont également murs et croustillants.

2.2 Réception et encuvage

La préparation de l'ensemble du matériel de chai est faite en 2 semaines vers la fin Août. Des produits autorisés en agriculture biologique (Oxynet® et Désogerme Bactibio®) sont utilisés pour le nettoyage de la chaîne de tri et les cuves béton. Les barriques de vinification intégrales sont remplies d'eau 48h pour faire gonfler le bois, et dégorger les tanins. 24h après la récolte, la vendange est sortie des containers frigorifiques avec l'aide un chariot élévateur pour être déposée au niveau de la chaîne de tri. Les cagettes sont vidées manuellement et passent directement au lavage. Les grappes sont éraflées et sont triées sur une table vibrante. Le tri est effectué manuellement par 4 personnes. Les raisins sont ensuite foulés puis inertés grâce à l'utilisation de glace carbonique, encuvés par gravité et maintenus à une température inférieure à 10°C, pour une macération préfermentaire à froid de 4 jours.

L'application de la protection est faite avant l'encuvage. La Conseillante a fait le choix de ne pas utiliser le soufre et préfère utiliser des levures non saccharomyces cryotolérantes pendant la macération initiale. Elles sont choisies en fonction des intérêts œnologiques :

- *Lachancea thermotolerans* a pour intérêt d'apporter plus de fraîcheur (production d'acide lactique), d'intensité aromatique, de rondeur en bouche. Elle est utilisée sur les parcelles où le pH est élevé, autour de 3,8.

- *Torulaspora delbrueckii* améliore l'ampleur en bouche, réduit la production d'acidité volatile et accentue l'extraction d'arômes.

Dans le cas du millésime de 2022, toutes les parcelles ont des pH élevés avec une acidité plus faible. L'équipe œnologique a fait le choix d'utiliser uniquement *Lachancea thermotolerans* à part sur les deux barriques témoins de l'expérimentation.

En général, aucun soufre n'est utilisé pendant la vinification au château. C'est toujours le cas pour 2022.

2.3 Opérations pré fermentaire

Tout d'abord un débouillage est effectué immédiatement après encuvage pour avoir une meilleure netteté aromatique. Le jus est soutiré et transféré en garde vin pendant une nuit, permettant le dépôt des bourbes. Il est ensuite aspiré par le haut du garde vin et réincorporé en douceur au marc par le bas de la cuve. Les bourbes sont mises à part et filtrées ultérieurement.

Le débouillage a pour but de mettre en fermentation les jus clairs afin d'obtenir des vins fruités et francs sur le plan aromatique, ce qui est très important pour un millésime chaud et sec comme 2022. Les poussières déposées sur les raisins se retrouvent ainsi dans les bourbes.

Pendant 4 jours, la macération va se faire en cuves et en barriques à une température autour de 10°C. Les cuves sont brassées et inertées trois fois par jour ; Les barriques sont retournées à la main 3 fois par jour pendant cette période. Le mout est inerté avec l'utilisation de la glace carbonique et d'azote. La température est maintenue pour les cuves grâce à des échangeurs internes de type serpentins. Pour les barriques, on utilise la glace carbonique que l'on rajoute après chaque opération de retournement. Le choc thermique créé par le froid permet l'éclatement des cellules et la libération d'arômes fruités, augmentant la palette aromatique. Le levain cryotolérant est peu actif, et évite un départ de fermentation prématuré.

2.4 La fermentation alcoolique

2.4.1 Suivi de la fermentation alcoolique

La densité et la température sont suivies tous les jours pendant la phase de fermentation alcoolique. La température est très importante pendant cette phase, il faut qu'elle atteigne les 28 à 30°C sans les dépasser. Pour cela, des thermoplongeurs sont utilisés pour les barriques et des échangeurs type serpentins pour les cuves. Les cuves ont une autogestion de la température informatique ce qui rend plus simple leur usage. Pour les cuves, lorsque la densité initiale perd 20 points on apporte une micro-oxygénation à l'aide d'un diffuseur céramique. Un essai comparatif entre micro-oxygénation et remontages à l'air a été réalisé à 2015. La Conseillante choisit l'apport d'oxygène par le diffuseur céramique pour deux raisons : il est moins contraignant que la réalisation de remontages aérés, qui doivent être surveillés par un opérateur et il correspond mieux à la typicité de Pomerol et à l'identité de La Conseillante.

Lorsque leur concentration en azote assimilable est jugée insuffisante, les moûts sont complétés en azote jusqu'à 200mg/L, en utilisant ce protocole :

- Phosphate diammonique et thiamine (Thiazote PH) à 20 points de perte de densité.
- Azote minéral (Phosphate d'ammonium) à 1060 de densité.
- Azote organique (Nutrstart Org) à 1040.

Lorsque la densité chute en dessous de 993, on lance une analyse complète. Lorsque les sucres sont inférieurs à 0,2 g/L nous pouvons considérer que la fermentation alcoolique est terminée.

Des dégustations sont réalisées régulièrement pour prévenir des déviations organoleptiques et ajuster le protocole.

Dans une cuve et une barrique la FML est partie avant que la FA soit terminée. Il a donc fallu attendre que la FML se termine. En fonction de la stabilisation de la volatile, l'équipe du château poursuit les fermentations sous marc. Dans le cas de la vinification intégrale, on a dû l'écouler dans un garde de vin pour arrêter la libération de sucres par le marc et donc la formation d'acidité volatile par la bactérie lactique. Après sulfitage et contrôle de *Brettanomyces bruxellensis* de ces 1,6 hL, le vin a été revinifié

sur les cuves de cabernet franc. Ces problèmes ont été bien gérés avec des résultats satisfaisants grâce aux analyses de contrôle régulières, plus fréquentes que pour les millésimes précédents.

2.4.2 Extraction

Cette étape est effectuée pendant la fermentation en cuves et en barriques. En cuve, on pratique des remontages pour permettre l'extraction des composés phénoliques. En vinification intégrale, on pratique des tours de barrique. Le nombre est déterminé par l'avancement de la fermentation de chaque lot. Pour les cuves, on commence par 4 remontages soit 2 volumes au total par jour au début de la fermentation, puis quand la densité est en dessous de 1060, les remontages se font moins nombreux jusqu'à un simple mouillage quand la densité est au-dessous de 1010. Pour les barriques, nous avons commencé par 4 tours et nous avons fini par ne plus tourner du tout en dessous de 1000 points de densité.

2.5 Opérations post fermentaire

2.5.1 Macération post fermentaire à chaud

La macération ne dépassera pas une durée maximale de 14 jours. La macération finale à chaud (28 à 30°C) permet de poursuivre l'extraction des composés phénoliques et de la couleur. Elle permet aussi l'extraction des mannoprotéines levuriennes, polysaccharides qui, en se liant aux tanins, en diminuant l'astringence.

Les mouillages sont réalisés deux fois par jour pour les premiers jours puis 2 fois par semaine complétés d'un apport de glace carbonique deux fois par jour. Les lots sont écoulés lorsqu'à l'équipe juge à la dégustation que la cuve est suffisamment prête (milieu de bouche, concentration sans excès).

2.5.2 Écoulage et pressurage

L'écoulage se fait entre les cuves par pompage. Pour la vinification intégrale, la tâche est plus compliquée car la logistique des barriques la rend plus longue. On commence par déplacer la barrique, la lever avec un chariot élévateur au-dessus d'un bac et la vider par gravité. Le vin issu de l'écoulage est conservé en garde vin pendant vingt-quatre heures pour la clarification. En parallèle il est très important de nettoyer les barriques pour ré entonner après.

Le pressurage est réalisé dans un presseur hydraulique vertical avec une pression de 0 à 100 bars environ pour le vin de première presse, puis allant jusqu'à 300 bars pour le vin de seconde presse. La presse est gérée par dégustation du maître de chai qui détermine quand passer de la première à la seconde. Les presses sont ensuite réservées en garde-vins au minimum vingt-quatre heures. Pour accélérer le dépôt des lies, on ajoute des enzymes pectolytiques et de galacturonases (Extralysé®).

2.5.3 Fermentation malolactique

La fermentation malolactique est suivie par l'évolution de la concentration en acide malique (laboratoire OENOTEAM). En général, La Conseillante utilise ses propres bactéries malolactiques sélectionnées par l'ISVV. Malheureusement avec les contraintes microbiologiques de 2022, une production d'acides volatiles importante a été observée au cours de la préparation du pied de cuve (PDC) rendant inutilisable ces bactéries. Le PDC n'a pas été assez chauffé et la FML était partie en mi FA entraînant une piqure acétique. L'équipe a pris la décision de prendre des bactéries *Oenococcus oeni* commerciale en remplacement. Pour faire la FML, certains lots sont écoulés en cuves mais la plupart des lots sont écoulés en barriques. La décision est prise en fonction de la taille des lots. Deux situations se différencient pour le millésime 2022.

- Le départ de FML spontané sous marc accompagné d'une faible production d'acidité volatile dans une cuve et une barrique de vinification intégrale.
- FML s'est enclenchée par ensemencement en *Oenococcus oeni*.

Après FML, les barriques et les cuves sont soutirées et (ré)-entonnées dans des barriques propres et les amphores. Environ 10hl de vins sont élevés dans 3 amphores pour le millésime 2022 afin d'avoir une partie d'élevage en douceur avec la complexification des tanins et la finesse aromatique autre que les barriques. Les vins sont sulfités afin d'avoir un SO₂ actif de 0,6mg/L et la période d'élevage commence, pour une durée moyenne de 18 mois.

2.6 Élevage

2.6.1 Suivi de l'élevage

Le chai d'élevage a été entièrement rénové en 2017 et il est équipé d'un système de régulation thermique et hydrométrique. Ce système a pour but de limiter la consommation et donc de réduire la fréquence des ouillages.

Pendant la phase d'élevage le SO₂ libre est mesuré et ajusté à une valeur de 30mg/L de SO₂ libre pour les millésimes classiques. Le millésime 2022 étant moins acide, il faudra une teneur de SO₂ libre plus importante afin d'avoir un SO₂ actif de 0,60mg/L. Les contrôles de l'élevage s'effectuent une fois par mois.

Des contrôles de levures d'altération *Brettanomyces bruxellensis* et des niveaux de phénols volatiles sont mis en place après la FML, en mars, en juin, début septembre et en décembre (après chaque soutirage). Les échantillons sont prélevés au fond de la barrique (au niveau des lies) avec une désinfection entre chaque lot. Pour 2022, les pH élevés accroissent d'instabilité microbienne et physico-chimique, notamment l'oxydation et la sensibilité aux *Brettanomyces*. Des analyses plus régulières sont à prévoir.

2.6.2 Gestion des barriques

Pour le millésime 2022, les vins sont élevés avec 70% de bois neuf. Le choix des barriques se compose de 4 marques de tonneliers avec une sélection de chauffes différentes. L'éventail des apports du bois au vin est donc diversifié. Une dégustation à l'aveugle permet chaque année d'évaluer la qualité des lots en fonction des barriques, et d'affiner leur sélection pour le millésime suivant.

Le nettoyage des barriques est simplifié avec un laveur de barriques à vapeur automatique, accompagné par le méchage si elles ne sont pas utilisées immédiatement.

2.6.3 Opérations en cours d'élevage

Les bondes utilisées lors des premiers mois d'élevage sont des bondes en verre. Moins étanches que les bondes silicones, elles permettent une évacuation plus facile du CO₂ résiduel, rendant les vins moins durs, plus ouverts. Les bondes en verre seront remplacées par des bondes en silicone lors du premier soutirage. Les lots sont soutirés à l'esquive tous les trois mois à partir de la fin du mois de janvier. Le transfert est réalisé de barrique à barrique, sous azote. Ce procédé est contraignant mais permet de limiter l'introduction d'oxygène et de faciliter la séparation des lies.

Le millésime 2022 sera préassemblé en février en vue des primeurs. L'assemblage final sera réalisé en juin, et le vin sera conservé en cuve pendant un mois avant sa mise en bouteille.

2.7 Améliorations possibles en vinification

Les tuyaux d'eau qui ne servent pas souvent à part pendant les vendanges, ont une odeur non négligeable. Il faudrait les changer ou les nettoyer avant la prochaine vendange.

Les thermoplongeurs pour la vinification intégrale n'ont pas d'effet homogène pour le réchauffement des barriques. Les températures des moûts varient de 1-3 °C dans un même barrique. Il pourrait être judicieux de choisir d'un échangeur thermique avec un petit serpentif pliable.

En 2022, il a fallu beaucoup surveiller la baisse de densité et la stabilité des températures sur 30 barriques de vinification intégrale. Il pourrait être envisagé d'investir dans un densimètre électronique pour diminuer les erreurs de manipulation ainsi que les contaminations microbiennes parmi les barriques.

2.8 Conclusion

L'impact de la sécheresse 2022 se poursuit sur la vinification et l'élevage. Nous avons rencontré quelques difficultés mais l'équipe les a bien gérées grâce à leur expérience. Malgré une réduction de production (-15% par rapport à 2021), La Conseillante réussit à réaliser un vin de très bonne qualité, concentré en arôme et possédant un bel équilibre. La qualité du château La Conseillante devrait donc être maintenue pour ce millésime.

Les notes données au moment des primeurs seront déterminantes afin d'envisager un prix à la bouteille le plus élevé possible.

3. Expérimentation

Sujet : Acidification biologique pendant la phase préfermentaire d'un vin rouge de merlot en vinification intégrale, à l'aide de levures sélectionnées non *Saccharomyces Lachancea thermotolerans Concerto*[™].

L'acidité des raisins est constituée principalement des acides tartrique et malique, les autres acides sont minoritaires. Les mesures d'acidité totale et de pH lors des contrôles de maturité expriment les concentrations cumulées d'acides tartrique et malique. Les teneurs de ces deux acides dans les moûts à l'issue de la récolte ont un impact important sur la structure organoleptique finale des vins et sur leur stabilité biologique. À cause du réchauffement climatique et surtout des années de sécheresse comme 2022, l'acidité des raisins récoltés est de plus en plus faible. Le château La Conseillante a décidé de faire un essai réalisé sur la levure *Lachancea thermotolerans CONCERTO*[™] en vinification intégrale, afin d'évaluer son efficacité concernant l'acidification et son impact organoleptique sur le vin.

3.1 Bibliographie

3.1.1 L'importance de l'acidité dans les mouts et les vins

L'acidité est l'un des éléments les plus importants dans l'élaboration d'un vin. En plus de lui donner un goût frais, elle l'équilibre et contribue à stabiliser sa couleur. Les acides du vin agissent également comme des conservateurs naturels et sont particulièrement importants pendant la fermentation. En outre, l'acidité aide à inhiber la croissance des microorganismes qui pourraient altérer le vin.

L'acidité est mesurée par le pH, qui détermine la concentration d'ions hydrogène. Pendant la vinification, nous contrôlons régulièrement le pH dans les cuves de fermentation. Plus le pH est élevé, plus l'acidité est faible, et vice versa.

3.1.2 Acidification biologique

Le changement climatique affecte les vignobles, entraînant des raisins avec une faible acidité, une teneur en sucre élevée et un pH élevé au moment de la récolte. La procédure la plus courante jusqu'à présent pour améliorer l'acidité et baisser le pH est d'utiliser de l'acide tartrique. L'utilisation d'autres acides organiques (acide malique, acide citrique, acide lactique, etc) est moins fréquente malgré qu'elle soit également permise par l'OIV. Aujourd'hui, les consommateurs font de plus en plus attention à ce qu'ils achètent comme produits alimentaires. Ils préfèrent les produits avec moins d'intrants chimiques. Ainsi, d'autres méthodes alternatives pour corriger l'acidité des vins sont

recherchées. Le vin peut également être acidifié microbiologiquement à l'aide de levures. *Lachancea thermotolerans* est un bio-outil naturel qui acidifie progressivement le moût durant les premiers jours de fermentation. La bio acidification est une alternative écologique et naturelle pour diminuer le pH du vin par la formation d'acides organiques (Vaquero et al., 2021).

3.1.3 *Lachancea thermotolerans* et son effet de bioacidification

Lachancea thermotolerans, autrefois appelée *Kluyveromyces thermotolerans* (Kurtzman, 2003), est une levure omniprésente que l'on trouve facilement dans les raisins mais aussi dans les sols, les insectes et les tissus végétaux. Elle est présente dans le monde entier. Plusieurs articles de synthèse récents ont montré des informations importantes concernant son écologie, sa physiologie, son métabolisme et son impact sur la production de vin (Hranilovic et al., 2018 ; Hranilovic, Bely, Masneuf-Pomarede, Jiranek, & Albertin, 2017 ; Morata et al., 2018 ; Porter, Divol, & Setati, 2019). *L. thermotolerans* a une morphologie sphérique ou ellipsoïdale, ce qui ne permet pas de la distinguer de *Saccharomyces cerevisiae* par microscopie. La reproduction asexuée se fait par bourgeonnement multipolaire. C'est une levure téléomorphe formant 1 à 4 spores sphériques.

L. thermotolerans métabolise des sucres en acide lactique en utilisant l'enzyme lactate déshydrogénase, en diminuant naturellement le pH du vin pendant la fermentation et en améliorant la fraîcheur du vin. Cette capacité de bioacidification varie d'une souche de *L. thermotolerans* à l'autre. En effet, certaines souches produisent très peu d'acide L-lactique, tandis que d'autres en produisent à des niveaux élevés. L'effet d'acidification dépend également de la cinétique de fermentation qui est affectée par la température. Lors de l'évaluation de l'acidification à basse température de fermentation (17°C) et à température élevée (27°C), on observe que la plupart des souches sélectionnées et commercialisées ont un effet d'abaissement de pH plus important lorsqu'elles fermentent à des températures plus chaudes (Vaquero et al., 2020). L'acidification commence à un niveau significatif lorsque la population de levures est supérieure à 6 log UFC/mL (Vaquero et al., 2020) à condition que les besoins nutritionnels soient suffisants. Lorsque *L. thermotolerans* est utilisé dans un moût carencé en nutriments, il est difficile d'atteindre des populations de *L. thermotolerans* supérieures à 5 log UFC/mL. Dans ce cas, même les souches qui produisent beaucoup plus l'acide lactique, peuvent produire seulement de 1 à 2 g/L d'acide lactique. L'amélioration de l'acidité peut varier entre 0,1 et 0,5 unités de pH par rapport à des productions d'acide lactique de 1 à 7 g/L. *L. thermotolerans* ne peut pas terminer la fermentation alcoolique toute seule. Elle doit être utilisée en combinaison avec *Saccharomyces cerevisiae*, soit en co-inoculation, ou encore mieux en inoculation séquentielle (Jolly et al., 2014 ; Gobbi et al., 2013 ; Kemsawasd et al., 2015). *L. thermotolerans* en inoculation séquentielle avec *S. cerevisiae* peut produire jusqu'à 16,6 g/L lactique selon les souches de *L. thermotolerans*. Lorsque le rapport de co-inoculation est de 7 log/3 log UFC/ml de *L.*

thermotolerans/*S. cerevisiae*, les levures peuvent baisser le pH de 0,3 (Banilas et al., 2016 ; Comitini et al., 2011). Les différences entre les populations des deux levures sont inférieures à une unité logarithmique et peuvent atteindre plus de 2 g/L d'acide lactique (Gobbi et al., 2013). En outre, *L. thermotolerans* produit le plus d'acide lactique entre le 4^{ème} et le 6^{ème} jour de fermentation, selon la compétitivité avec les autres levures (Vaquero et al., 2020 ; Morata et al., 2019).

Le métabolisme des sucres en acide lactique au lieu de l'éthanol entraîne une légère diminution du degré alcoolique (0,2 % à 0,5 % vol). La plupart des souches a une capacité fermentaire moyenne, qui atteint généralement jusqu'à 10 % vol. Cependant, certaines souches peuvent dépasser cette valeur (Aponete & Blaiotta, 2016 ; Comitini et al., 2011 ; Hranilovic et al., 2018 ; Morata et al., 2018 ; Vaquero et al., 2020).

La plage de températures de fermentation appropriée est de 25 ° C à 30 ° C, avec une croissance et des fermentations plus lentes lorsque la température est inférieure à 20 ° C (Schnierda, Bauer, Divol, van Rensburg et Görgens, 2014 ; Vaquero et al., 2020).

L. thermotolerans montre une production moyenne de H₂S (Aponete & Blaiotta, 2016 ; Comitini et al., 2011). Sa résistance au SO₂ est assez bonne, avec de nombreuses souches capables de fermenter à des concentrations de 40 à 60 mg/L (Morata et al., 2018). La formation de glycérol pendant la fermentation est modérée ; cependant, certaines souches pouvant atteindre 8 g/L ont été décrites (Hranilovic et al., 2018). La production d'acidité volatile est faible et souvent inférieure à 0,4 g/L (Comitini et al., 2011 ; Hranilovic et al., 2018 ; Morata et al., 2019). De plus, il a été décrit qu'elle est capable de diminuer l'acidité volatile des vins, mais dans des conditions aérobies. Cela peut être incompatible avec les fermentations conventionnelles du vin (Vilela, 2018). De nombreuses souches de *L. thermotolerans* peuvent légèrement dégrader l'acide malique. Cependant, certaines d'entre elles ont montré une certaine capacité à produire de petites quantités d'acide malique, atteignant 0,3 g/L (Hranilovic et al., 2018).

Certains effets sur l'arôme du vin peuvent être observés par la production d'esters fermentaires de *L. Thermotolerans*. Elle a été décrite comme un modulateur intéressant de l'arôme du vin, en produisant des esters floraux comme l'acétate de 2-phényléthyle (Comitini et al., 2011 ; Morata et al., 2019) et libérant des thiols comme le 4-méthyl-4-mercaptopentan-2-one (4MMP, arôme buis) et 3-mercaptohexan-1-ol (3MH, arôme raisin et fruit de la passion) (Zott et al., 2011).

L. thermotolerans est un outil biologique puissant pour améliorer l'acidité et la fraîcheur du vin, qui est actuellement un sujet populaire dans l'œnologie des régions viticoles touchées par le réchauffement climatique (Morata et al., 2022).

3.1.4 Le produit Viniflora® CONCERTO™

Il existe plusieurs souches commerciales de *L. thermotolerans* disponibles pour la fermentation du vin dans le vaste catalogue de levures œnologiques non *Saccharomyces*, qui a beaucoup augmenté ces dernières années (Morata et al., 2020 ; Morata & Suárez-Lepe, 2016). La plupart des souches *L. thermotolerans* commerciales sont capables de fermenter (jusqu'à 7 à 10 % d'éthanol). Elles sont généralement décrites comme étant capables d'augmenter la fraîcheur, avec une faible production d'acidité volatile et d'acétaldéhyde. Certaines d'entre elles peuvent augmenter la production d'acétate d'éthyle dans des conditions expérimentales. Selon la variété, l'effet sur l'arôme est assez variable. La plupart des souches sont décrites comme ayant des besoins nutritionnels en azote plus élevés que *S. cerevisiae*.

Dans cette expérimentation, nous avons utilisé le produit Viniflora® CONCERTO™. CONCERTO™ est une souche spécifique de *Lachancea thermotolerans* qui a été sélectionnée dans un pays méditerranéen pour ses propriétés uniques. Cette solution microbienne naturelle peut aider à accroître l'acidité totale du vin. Commercialisée en 2012, CONCERTO™ est une souche de *Lachancea thermotolerans* pure qui est adaptée pour les vins produits sous des climats chauds.

Le mode d'utilisation en général est :

- a) Réhydratation : Ajouter la levure à de l'eau du robinet non chlorée (le chlore tue les micro-organismes tels que les levures) dans un rapport de 1 :10. La température de l'eau doit être surveillée et maintenue entre 20 et 25°C, car *L. thermotolerans* séché est plus sensible aux hautes températures que *Saccharomyces cerevisiae*. Par conséquent, la température de l'eau est un facteur critique pour une fermentation réussie.
- b) Activation : ajouter du moût de raisin non sulfité à la suspension de levure dans un rapport de 1/3. Laisser le mélange reposer pendant environ 20 minutes.
- c) Acclimatation : Lorsque de petites bulles sont visibles à la surface du mélange levure/moût, ajoutez-le dans la cuve à moût et pomper pour s'assurer que la levure est bien en suspension. Si le moût est à basse température (10-15°C) ajuster la température de la suspension de levure lentement à env. 20°C avant d'ajouter au moût.

L'effet de CONCERTO™ selon la fiche technique du produit :

- Elle produit de l'acide lactique de 0,5g/L à 1.0g/L qui donne aux vins de la rondeur et une acidité équilibrée, ce qui se traduit par une plus grande fraîcheur.
- La complexité aromatique est également améliorée par l'utilisation de CONCERTO™ puisque c'est la première levure à démarrer la fermentation alcoolique

- CONCERTO™ est également capable de produire de l'isobutyrate d'éthyle, en combinant l'éthanol et l'acide isobutyrique. Cette molécule est connue pour être un des composants majeurs de l'arôme de fraise fraîche.

CONCERTO™ doit être présent lors de la première étape de la fermentation alcoolique du vin, en fonction du vin et de la vinification. Elle est présente environ jusqu'à ce que la concentration en éthanol atteigne 9 % Vol. La température indiquée pendant la fermentation est de 15°C à 25 °C. Au-dessus de 25°C, la levure meurt et la fermentation alcoolique ne peut être complétée que par des espèces plus tolérantes à l'alcool et la chaleur telles que *Saccharomyces cerevisiae*. Par conséquent, l'inoculation de CONCERTO™ doit être suivie d'une deuxième inoculation de levure *Saccharomyces cerevisiae* afin d'obtenir une fermentation alcoolique sûre et rapide des vins (Figure 5).

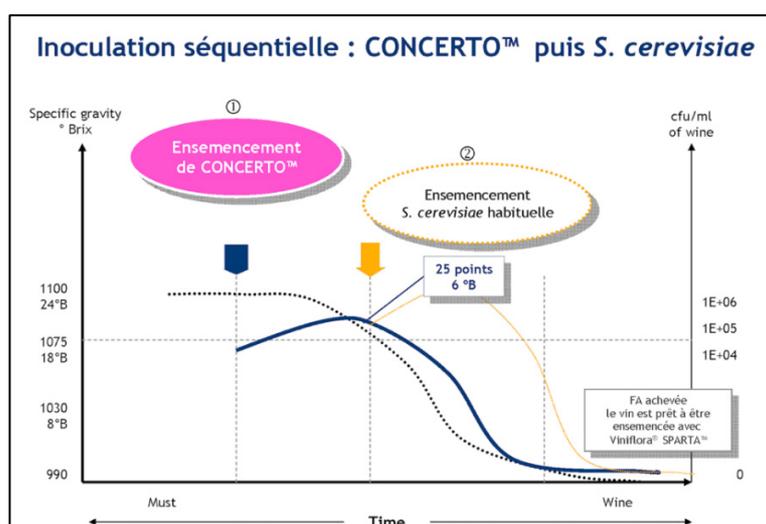


Figure 5 : Schéma d'inoculation séquentielle de CONCERTO™ puis *Saccharomyces cerevisiae*, proposé par CHR HANSEN

3.2 Matériel et méthode

3.2.1 La parcelle d'expérimentation

L'expérimentation est réalisée avec les raisins de Barrail (Tableau 5) qui est une parcelle habituellement peu sensible au stress hydrique. Il s'agit de la parcelle clé de l'assemblage du grand vin, la plus qualitative de la propriété. Les merlots produits ont une exposition idéale, et y trouvent leur plus belle expression. Lorsque la contrainte hydrique est bonne, les raisins sont concentrés, riches en tanins et aromatiques.

Barrail: 0,977 hectare	
Sol	Planosol argileux, bonne réserve hydrique
Cépage	Merlot
Topologie, climat	Orientation nord-ouest-sud-est, sommet du plateau de Pomerol Fraîcheur du climat lié aux argiles
Porte greffe	420 A et SO4 Vigueur moyenne à forte, tolérants à l'humidité du sol
Vignes	45 ans, bon rendement
Enherbement	60%

Tableau 5 : Caractéristiques de la parcelle Barrail

3.2.2 Mise en place de l'expérimentation

La parcelle est vendangée le 05 septembre 2022 avec répartition homogène des cagettes sur les palettes puis entreposées à 4°C pendant une nuit. La vendange est ensuite triée, foulée puis directement entonnée en barriques Taransaud pour une vinification intégrale sous la protection de glace carbonique. Afin de limiter l'impact du bois sur l'expérimentation, nous avons choisi la même origine, la même chauffe pour toutes les barriques. Le transport et le stockage prolongés peuvent engendrer une déshydratation du bois. Pour avoir un taux d'hygrométrie optimal, chaque barrique a été remplie d'eau froide pendant 72 heures. Cette action est faite aussi pour détecter des fuites malgré les contrôles d'échaudage à la tonnellerie.

La fiche d'expérimentation telle qu'elle avait été établie préalablement est présentée en annexe 2.

Trois modalités de deux barriques sont étudiées (Figure 6) :

Modalité Td : 36 g *Torulaspora delbrueckii* Viniflora® PRELUDE™ par barrique (20 g/hl sur 1,8 hl), barrique B1 et B2

Modalité Lt20 : 36 g *Lachancea thermotolerans* Viniflora® CONCERTO™ par barrique (20 g/hl sur 1,8 hl), barrique B3 et B4

Modalité Lt40 : 72 g *Lachancea thermotolerans* Viniflora® CONCERTO™ par barrique (40 g/hl sur 1,8 hl), barrique B5 et B6

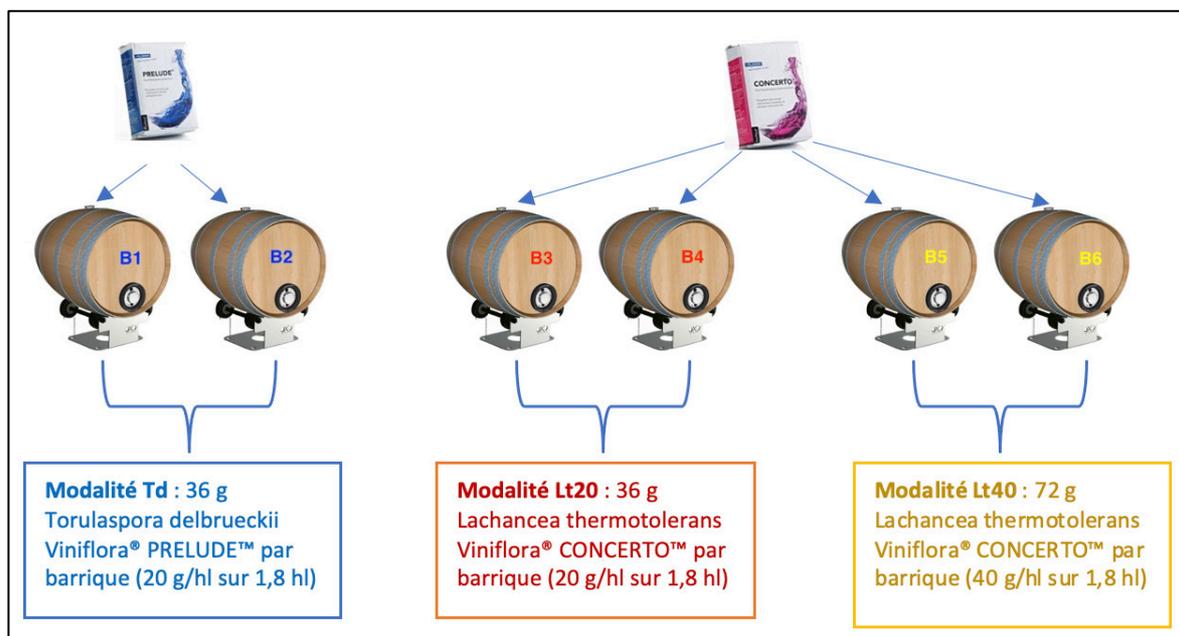


Figure 6 : Les trois modalités d'expérimentation

En général, La Conseillante utilise *T. delbrueckii* comme bioprotection pendant la macération à froid comme aucun soufre n'est utilisé pendant la vinification. La modalité Td est une modalité de témoin.

La modalité Lt20 et la modalité Lt40 sont pour comparer l'efficacité d'acidification selon les quantités de *L. thermotolerans* ajoutées.

Les levures sont ajoutées à la mise en barriques, un ajout de micro-oxygène de 4 secondes à 3 bars est fait pour activer la levure. Le protocole de vinification est exactement identique pour les trois modalités.

Les étapes de la vinification sont les suivantes :

- Macération pré-fermentaire : À 15°C pendant quatre jours. Les barriques sont tournées trois fois (2 tours chaque fois) par jour pour leur homogénéisation et sont protégées par l'ajout de glace carbonique.
- Les barriques sont déplacées vers une pièce thermo régulée à 28°C. Le cinquième jour, les barriques sontensemencées en *Saccharomyces cerevisiae* à 20g/hL (Excellence® XR) pour la FA. A densité initiale moins 20 points, on apporte une petite dose d'oxygène (1 bar pendant 10s). Elles sont tournées trois fois (2 tours chaque fois) le premier jour d'ensemencement. Ensuite, elles sont tournées 4 fois (1 tour chaque fois) par jour pour éviter une extraction trop intense des polyphénols, puis 2 fois (1 tour chaque fois) par jour à la fin de FA. Les apports d'azote sont faits comme indiqués dans le chapitre des vinifications.

Après la fin de la FA et sur décision commune après dégustation, les barriques ont été écoulées puis pressées (modalité par modalité). Chaque modalité donne ainsi une seule barrique de vin de goutte. Les presses des trois modalités ont été assemblées.

Après l'écoulage, chaque modalité a étéensemencée en bactérie *Cenococcus oeni* Viniflora® SPARTA™ et la température des barriques a été diminuée aux alentours de 20°C. Le suivi de fermentation malolactique est réalisé au laboratoire OENOTEAM jusqu'à son terme, c'est-à-dire jusqu'à ce que la concentration en acide malique soit inférieure à 0,2 g/L. Un ajout de 5g/hL de dioxyde de soufre est alors effectué pour la protection du vin lors de l'élevage. Un ouillage régulier avec du vin provenant d'une même cuve non soufrée a été réalisé lorsque nécessaire.

3.2.3 Analyses

Les analyses chimiques ont été réalisées sur moûts homogénéisés avant l'inoculation de levures non *Saccharomyces* et *Saccharomyces cerevisiae*, en fin de FA et puis fin de FML par le laboratoire OENOTEAM. Nous avons analysé : les sucres réducteurs, le TAP, l'acidité Total, le pH, l'azote assimilable, l'acide malique, et l'acide lactique. Ces analyses sont réalisées pour contrôler la fermentation et surtout pour observer s'il y a production d'acide lactique par *Lachancea thermotolerans*.

Les analyses microbiologiques ont été réalisées sur moûts homogénéisés sur trois stades au laboratoire Microflora de l'ISVV pour vérifier si les levures étaient bien implantées après leurs ensemencements et pour surveiller l'environnement microbien :

- Stade 1, avant inoculation des levures non-Saccharomyces : dénombrement de levures totales, non-Saccharomyces et bactéries lactiques.
- Stade 2, en fin de macération pré-fermentaire à froid, juste avant l'inoculation de *S. cerevisiae* : dénombrement de levures totales, non-Saccharomyces.
- Stade 3, en fin de fermentation alcoolique : dénombrement de levures totales, non-Saccharomyces et bactéries lactiques.

Pour chacun des stades, un échantillon par duplicat de chaque modalité a été envoyé au laboratoire. Le dénombrement de levures totales est réalisé sur milieu nutritif gélosé. Les recherches des levures non-Saccharomyces (*T. delbrueckii*, *T. thermotolerans* et *B. bruxellensis*) sont réalisées par spectrométrie de masse de type MALDI -TOF.

Des analyses sensorielles sous forme de test triangulaire et test descriptif de notation ont été réalisées après le premier soutirage à l'esquive. Un panel de 30 personnes (regroupant des étudiants de Master 2, DNO 2, DUAD et les professionnels du vin) a été rassemblé pour le test triangulaire. Un panel de 20 personnes professionnelles (8 gestionnaires du château, 7 négociants, 5 sommeliers) a dégusté lors du test descriptif. Les protocoles de dégustation sont présentés en annexe 3.

3.3 Résultats et discussion

3.3.1 Maturité des raisins

La maturité des raisins pour cette expérimentation est présentée dans le tableau 6. Ces analyses montrent que les raisins ont atteint une bonne maturité et que la vendange est saine.

Barrail	30/08/2022	
Poids des Baies	g 100 Baies	130,80
Sucres Réducteurs	g/L	240,2
Degré Probable	% Vol	14,13
Acidité Totale	g/L H2SO4	2,49
Acide Malique	g/L	0,3
pH		3,6
Azote Assimilable	mg/L	135
A pH 1	mg/L	1580
A pH 3,2	mg/L	807
Richesse Polyphénolique Totale		67
EA%	%	51
MP%	%	52

Tableau 6 : Analyses de maturité des raisins de la parcelle Barrail avant vendange

On remarque que le pH du moût est au tour de 3,6 ce qui n'est finalement pas aussi élevé qu'attendu dans le millésime. **Nous avons tout de même décidé de garder cette parcelle pour l'expérimentation.** La teneur en sucre réducteur est au-dessus de 250 g/L ce qui est relativement haut. Cette teneur

donnera un degré d'alcool potentiel assez important autour de 15%. La teneur d'acide malique est basse 0,4g/L. L'azote initial est entre 100-130mg/L, un apport d'azote pour la FA est nécessaire selon la première analyse du moût avant inoculation des non Saccharomyces.

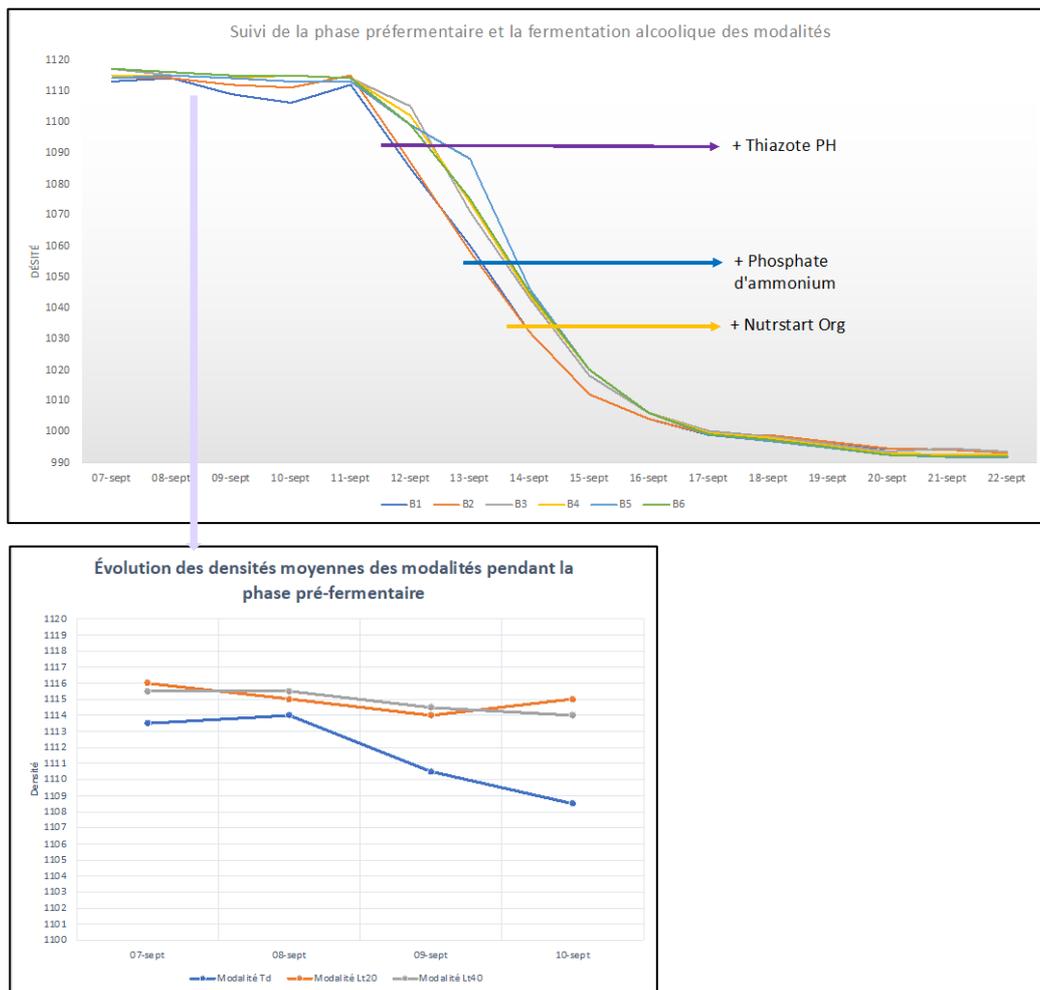
Une analyse du moût fut réalisée lors de la mise en barriques (Tableau 7), avant l'inoculation de T.delbrueckii et L. thermotolerans qui confirme une homogénéité des duplicats.

Analyse du moût avant inoculation de non Saccharomyces			
	Modalité Td	Modalité Lt20	Modalité Lt40
Degré Alcoolique %Vol	0,05	0,10	0,10
Sucres Réducteurs g/L	253,3	254,0	257,4
Degré Probable %Vol	14,96	15,04	15,24
Acidité Totale g/L H2SO4	1,91	1,97	1,98
Acide Malique g/L	0,4	0,4	0,4
pH	3,63	3,62	3,62
Azote Assimilable mg/L	127	123	106

Tableau 7 : L'analyse du moût avant inoculation de non Saccharomyces

3.3.2 La phase préfermentaire

Figure 7 : Suivi de la phase pré fermentaire et la fermentation alcoolique des modalités



Dans les figures 7 et 8, on peut observer qu'il y a une perte de densité (5 points) pour la modalité Td, pourtant les densités n'ont quasiment pas bougé pour les modalités Lt.

Concernant les analyses microbiennes, voici les dénombrements de levure sur différents stades :

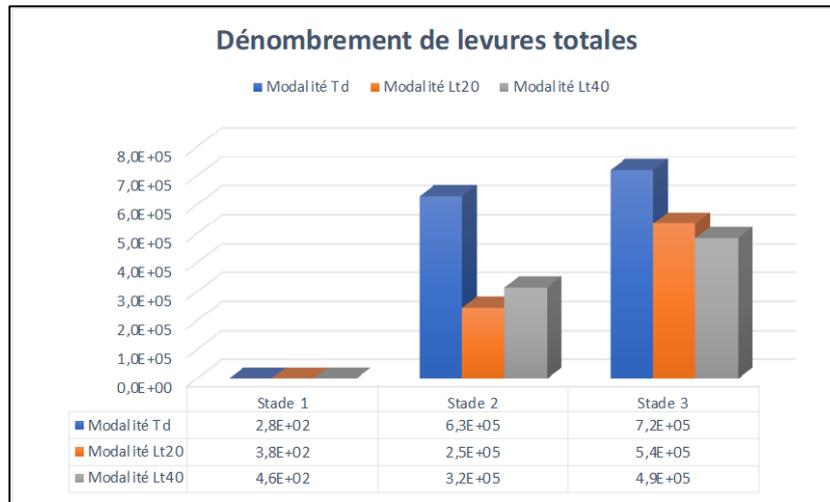


Figure 9 : Dénombrement de levures totales par Microflora

- Stade 1 : avant inoculation des levures non -Saccharomyces

Quelle que soit la barrique ou la modalité considérée, les niveaux de populations de levures sont équivalents au premier stade. Avant tout ajout de levures non Saccharomyces, les levures de l'espèce *T. delbrueckii* ou *L. thermotolerans* ne sont pas retrouvées parmi les espèces majoritaires. La levure d'altération *B. bruxellensis* n'est pas non plus retrouvée parmi les clones de levures analysés à ce stade. Les niveaux de populations cultivables de bactéries lactiques sont équivalents entre les modalités de cet essai et à des niveaux faibles et habituellement retrouvés à ce stade de la vinification.

- Stade 2 : en fin de macération pré-fermentaire à froid, juste avant l'inoculation de *S. cerevisiae*

En fin de macération pré-fermentaire à froid, les niveaux de population de levures totales cultivables sont équivalents entre les modalités de cette expérimentation et cohérents avec le stade de la vinification. Les levures de l'espèce *T. delbrueckii* dominent nettement les levures isolées de la modalité Td. Pour les modalités Lt, *L. thermotolerans* est l'espèce de levures largement majoritaire parmi les clones analysés. L'implantation des non Saccharomyces est donc bien réalisée

En conclusion, les levures non-Saccharomyces sont bien implantées. L'implantation de modalité Td est mieux réalisée par rapport à celles de la modalité Lt. Il n'y a pas une grande différence entre la modalité Lt20 et la modalité Lt40 concernant les implantations (Figure 9). On a eu les mêmes résultats d'implantation entre l'ajout de 20g/hl et de 40g/hl pour notre expérimentation.

Une analyse du moût a été réalisée avant l'inoculation de *Saccharomyces cerevisiae*. On remarque qu'une faible quantité d'alcool est produite pour la modalité Td, 0,25%Vol en moyenne avant

l'inoculation de *S.cerevisiae*, produite par les non *Saccharomyces*. La teneur d'azote assimilable augmente et la teneur d'acide malique augmente (Tableau 8) grâce à l'éclatement des petites baies qui n'étaient pas entièrement foulées à la réception vendange.

Analyse du moût avant inoculation de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>			
	Modalité Td	Modalité Lt20	Modalité Lt40
Degré Alcoolique %Vol	0,30	0,05	0,08
Sucres Réducteurs g/L	250,2	255,0	254,7
Degré Probable %Vol	15,02	15,06	15,04
Acidité Totale g/L H2SO4	<2,3	<2,3	<2,3
Acide Malique g/L	0,3	0,3	0,3
Acide Lactique g/L	<0,05	<0,05	<0,05
pH	3,75	3,72	3,74
Azote Assimilable mg/L	138	156	136

Tableau 8 : L'analyse du moût avant inoculation de *Saccharomyces cerevisiae*

Le plus important pour cette expérimentation est de savoir s'il y a une production d'acide lactique par *Lachanea thermotolerans* afin d'acidifier le moût. Malheureusement l'acide lactique n'a pas été détecté en fin de fermentation préfermentaire (Tableau 8).

En conclusion pour la phase pré-fermentaire : les levures de *Lachanea thermotolerans* sont implantées dans le moût avant inoculation de *Saccharomyces cerevisiae*, pourtant il n'y a pas de production d'acide lactique.

3.3.3 La Fermentation alcoolique

Dans la figure 10, on peut observer que la FA de la modalité Td débute plus rapidement que celles des modalités Lt, pourtant les modalités finissent quasiment en même temps. Il n'y a pas d'autres différences de perte de densité significatives au cours de la vinification.

Nous avons observé une production d'acide volatile vers la fin de la FA pour les modalités *L. thermotolerans* (Tableau 9)

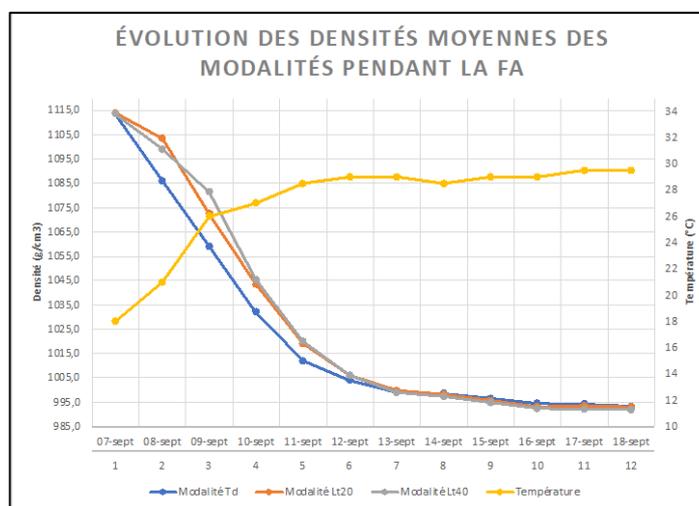


Figure 10 : Évolution des densités moyennes des modalités pendant la phase fermentation alcoolique

Analyse du moût vers la fin de la FA			
	Modalité Td	Modalité Lt20	Modalité Lt40
Degré Alcoolique %Vol	14,13	13,98	14,13
Acidité Volatile g/L	<0,10	0,20	0,19
Sucres Réducteurs g/L	18,90	21,35	20,90
Acidité Totale g/L H2SO4	4,63	4,38	4,31
Acide Malique g/L	1,0	0,8	0,8
Acide Lactique g/L	<0,05	<0,05	<0,05
pH	3,49	3,53	3,55

Tableau 9 : L'analyse du moût vers la fin de la fermentation alcoolique

Des dénombrements de levures ont été effectués à la fin de la FA. En milieu de fermentation, les niveaux de population de levures totales cultivables sont équivalents entre les modalités de cette expérimentation et cohérents avec le stade de la vinification. Une seule espèce de levures est retrouvée. Les espèces *T. delbrueckii* et *L. thermotolerans*, majoritaires en fin de macération pré-fermentaire, ne sont plus retrouvées de façon majoritaire en milieu de fermentation alcoolique dans ces lots de vin.

3.3.4 La Fermentation malolactique et début élevage

Vu que l'acide lactique n'a pas été produit pour la modalité Lt20 et Lt40 et pour éviter des contraintes techniques d'écoulage au château, nous avons décidé de fusionner les deux modalités en une seule modalité Lt.

Une analyse classique de contrôle a été effectuée après la fermentation malolactique (Tableau 10).

Analyse du vin après la FML		
	Modalité Td	Modalité Lt
Degré Alcoolique %Vol	14,90	15,05
Acidité Volatile g/L	0,18	0,27
Glucose Fructose g/L	2,46	1,27
Acidité Totale g/L H2SO4	3,66	3,37
Acide Malique g/L	Terminé	Terminé
Acide Lactique g/L	0,61	0,48
pH	3,65	3,69

Tableau 10 : L'analyse du vin fin de la FML

Nous avons remarqué que

- La production d'acidité volatile de la modalité Lt (0,27g/L) est plus importante que celle de la modalité Td (0,18g/L), soit 50% de plus ce qui n'est pas négligeable bien qu'assez fiable pour une fin de FA. L'acidité volatile de la modalité Td est remarquablement basse.
- La production d'acide lactique de la modalité Lt (0,48g/L) est moins importante que celle de la modalité Td (0,61g/L) ; Le pH des modalités est presque similaire (niveau d'incertitude d'analyse de pH +/-0,03, indiqué par laboratoire, voir annexe 4).

- L'AT est supérieure dans la modalité Td par rapport à la modalité Lt, ce qui confirme qu'il n'y a pas eu production d'acide.

En conclusion, bien que les levures non saccharomyces soient implantées et que les saccharomyces se soient également bien développées, nous observons que la modalité Lt n'a toujours pas produit plus d'acide lactique que la modalité Td. Le pH n'a donc pas baissé grâce à l'utilisation des levures de *L. thermotolerans* de la marque CONCERTO™.

3.3.5 Analyse sensorielle

3.3.5.1 Test triangulaire

Parmi les 30 personnes de dégustation, 12 personnes ont trouvé la réponse juste. Selon la loi binomiale $(X,1/3)$, il faut 15 réponses justes afin d'affirmer que les deux échantillons sont différents avec un risque de 5% d'erreur. Le résultat du test triangulaire est : pas de différence significative entre les deux modalités avec un risque de 5% d'erreur.

3.3.5.2 Test descriptif

Le test descriptif a été réalisé grâce à une notation de deux échantillons pour les différents descripteurs. Selon le panel de 20 professionnels, les deux modalités n'ont pas de grandes différences, ce qui est cohérent avec le test triangulaire. La modalité Lt est légèrement plus fruitée et plus fraîche par rapport à la modalité Td (Figure 11). 16 sur 20 personnes ont préféré la modalité Lt. 8 personnes ont trouvé que cette modalité représente plus la typicité des vins de Pomerol par rapport la modalité Td.

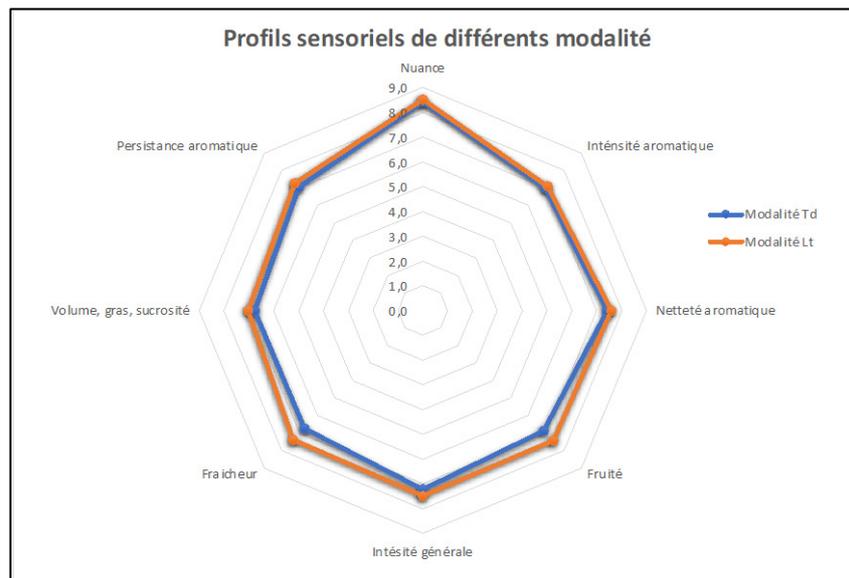


Figure 11 : Représentation graphique de profils sensoriel sur les deux modalités

En conclusion pour les analyses sensorielles, nous n'avons pas trouvé de différences significatives entre les deux modalités. Les dégustateurs professionnels préfèrent la modalité Lt et trouvent qu'elle est

plus fruitée, plus fraîche et représente plus la typicité des vins de Pomerol. Nous pouvons ainsi privilégier *L. thermotolerans* par rapport à *T. delbrueckii* afin que le vin soit plus proche de l'attente du consommateur concernant la typicité des vins de Pomerol.

3.4 Conclusions et perspectives

L'expérimentation a permis à l'équipe de tester l'effet de bioacidification de levure *Lachancea thermotolerans* CONCERTO™ pendant la phase préfermentaire pour la vinification intégrale. Malheureusement nous n'avons pas observé de production d'acide lactique. Ceci a entraîné aucune amélioration de l'AT (hausse) ou du pH (baisse). Après avoir fait des recherches et avoir contacté les fournisseurs de levure commerciale de *L.thermotolerans* (CHR Hansen, Lamothe-Abiet, Laffort), on pense que la température pendant la macération à froid explique ce résultat. À une température autour de 10 - 15 °C, *L.thermotolerans* peut être implantée dans le moût sans soucis ce qui est cohérent avec les analyses microbiennes de notre expérimentation. Pourtant, pour produire de l'acide lactique elle a besoin d'une température minimale de 18 °C. *L.thermotolerans* est très sensible à la température, elle ne produit pas d'acide lactique avec une température basse et peut en produire beaucoup quand la température est relativement élevée. L'équipe a fait un essai dans une cuve de même parcelle, qui a suivi le même processus de préfermentation avec le même numéro de lot de levure. Nous avons observé la production d'acide lactique de 0,57g/L dans cette cuve. On suppose que le choc thermique par l'ajout de carboglace en barriques a un effet négatif sur les levures. Vu la différence de contenance entre la barrique et la cuve, l'ajout de carboglace en surface le matin, midi et soir, aggrave l'effet du choc thermique pour *L.thermotolerans*. Il y a peut-être également un effet du bois sur *L.thermotolerans*. Les fournisseurs de *L.thermotolerans* n'ont jamais fait des essais en vinification intégrale. Cela pourrait être un sujet intéressant pour leur recherche.

Face au réchauffement climatique, le pH du moût de départ risque d'être de plus en plus haut. L'équipe de La Conseillante va continuer à tester les levures *L.thermotolerans*. Grâce à l'expérimentation de cette année, on peut faire quelques améliorations :

- Utiliser *L.thermotolerans* pendant la macération à froid comme bioprotection, monter la température à 18°C les derniers deux jours. Diminuer l'ajout de carboglace les derniers deux jours.
- Utiliser *L.thermotolerans* pendant la macération à froid comme bioprotection à la température à 18°C. Diminuer l'ajout de carboglace.
- Utiliser toujours la levure *Torulaspora delbrueckii* pendant la macération à froid comme bioprotection. Faire une co-inoculation de *Lachancea thermotolerans* et *Saccharomyces cerevisiae*. Attention il faut que *L.thermotolerans* soit bien activée avant être ajoutée dans le moût.

- Utiliser une autre souche de levure commerciale que L.thermotolerans CONCERTO™, car elle produit au maximum 0,8g/L d'acide lactique. OCTAVE™ peut produire 3-4g/L d'acide lactique. On peut essayer d'utiliser ce nouveau produit si on cherche une bioacidification plus importante.

Les analyses d'acide lactique et l'acidité volatile doivent être faites régulièrement surtout quand on observe le démarrage de la production d'acide lactique afin d'inoculer *S. cerevisiae* et de limiter l'excès de production d'acide lactique.

4. Conclusion

Le millésime 2022 reste profondément marqué par la sécheresse et la chaleur. La campagne de vendange et de vinification se sont cependant bien déroulées grâce aux investissements mobilisés et à la grande réactivité du personnel. Finalement, le millésime 2022 s'annonce à moins 15% de production par rapport à 2021, mais grand par la qualité.

Château La Conseillante conserve un esprit de tradition par la transmission du domaine de génération en génération. Pourtant, la recherche d'innovations et d'améliorations y est constante à toutes les étapes de la production. Elle est permise par les gérants et est portée par toute l'équipe. Cette cohésion est à mon sens une des clés de la réussite du domaine. Face à un climat de plus en plus extrême, l'anticipation de l'équipe au vignoble et leur savoir-faire au chai leur permettent de produire dans chaque millésime des vins de grande qualité.

J'ai eu la chance de participer à toutes les étapes de la production, à la fois au vignoble et au chai, ce qui m'a permis d'acquérir de nombreuses connaissances. Grâce à mon expérimentation, j'ai réalisé que la recherche doit avoir sa place dans les exploitations viti-vinicoles. Il y a des nouveaux produits et des nouvelles techniques qui apparaissent tous les jours dans ce métier mais c'est à nous à vérifier et à contrôler leur pertinence d'utilisation.

Je remercie toute l'équipe du château La Conseillante pour m'avoir transmis son savoir avec passion et bonne humeur. 2022 est ma première année de suivi des vinifications complètes. C'est aussi la première fois que je pratique ce que j'ai appris à l'ISVV. J'avoue que c'est un métier dur, avec beaucoup de challenges à relever. Je remercie beaucoup Marielle et Charly qui m'ont soutenue et m'ont guidée, grâce à vos encouragements j'ai pu accompli mon stage et mon expérimentation.

Bibliographie

1. Vaquero C, Izquierdo-Cnas P.M., Mena-Morales A, Heras J.M, Morata A. Use of lanchancea thermotolerans for biological vs.Chemical acidification at pilot-scale in white wines from warm areas. *Fermentation*, 2021; 7(3): 193.
2. Kurtzman, 2003 Kurtzman CP. Phylogenetic circumscription of *Saccharomyces*, *Kluyveromyces* and other members of the *Saccharomycetaceae*, and the proposal of the new genera *Lachancea*, *Nakaseomyces*, *Naumovia*, *Vanderwaltozyma* and *Zygorhynchus*. *FEMS Yeast Research*.2003; 4(3): 233–245.
3. Hranilovic A, Gambetta JM, Schmidtke L, et al.... Oenological traits of *Lachancea* thermotolerans show signs of domestication and allopatric differentiation. *Scientific Reports*. 2018; 8.
4. Hranilovic A, Bely M, Masneuf-Pomarede I, Jiranek V, Albertin W. The evolution of *Lachancea* thermotolerans is driven by geographical determination, anthropisation and flux between different ecosystems. *PLoS One*. 2017; 12.
5. Morata A, Loira I, Tesfaye W, Bañuelos MA, González C, Suárez Lepe JA. *Lachancea* thermotolerans applications in wine technology. *Fermentation*. 2018; 4.
6. Porter TJ, Divol B, Setati ME. *Lachancea* yeast species: Origin, biochemical characteristics and oenological significance. *Food Research International*. 2019; 119: 378–389
7. Banilas G, Sgouros G, Nisiotou A. Development of microsatellite markers for *Lachancea* thermotolerans typing and population structure of wine-associated isolates. *Microbiological Research*. 2016; 193: 1–10.
8. Aponte M, Blaiotta G. Potential role of yeast strains isolated from grapes in the production of taurasi DOCG. *Frontiers in Microbiology*. 2016; 7.
9. Comitini F, Gobbi M, Domizio P, et al. Selected non-*Saccharomyces* wine yeasts in controlled multistarter fermentations with *Saccharomyces cerevisiae*. *Food Microbiology*. 2011; 28(5): 873–882.
10. Vaquero C, Loira I, Bañuelos MA, Heras JM, Cuerda R, Morata A. Industrial performance of several *Lachancea* thermotolerans strains for pH control in white wines from warm areas. *Microorganisms*. 2020; 8.
11. Morata A, Bañuelos MA, Vaquero C, et al.... *Lachancea* thermotolerans as a tool to improve pH in red wines from warm regions. *European Food Research and Technology*. 2019; 245(4): 885–894.
12. Schnierda T, Bauer FF, Divol B, van Rensburg E, Görgens JF. Optimization of carbon and nitrogen medium components for biomass production using non-*Saccharomyces* wine yeasts. *Letters in Applied Microbiology*. 2014; 58(5): 478–485.

13. Vilela A. *Lachancea thermotolerans*, the non-*Saccharomyces* yeast that reduces the volatile acidity of wines. *Fermentation*. 2018; 4.
14. Zott K, Thibon C, Bely M, Lonvaud-Funel A, Dubourdieu D, Masneuf-Pomarede I. The grape must non-*Saccharomyces* microbial community: Impact on volatile thiol release. *International Journal of Food Microbiology*. 2011; 151(2): 210–215.
15. Morata, Antonio; Loira, Iris; González, Carmen; Bañuelos, María Antonia; Cuerda, Rafael; Heras, José María; Vaquero, Cristian; Suárez-Lepe, José Antonio. *White Wine Technology*, 2022, p.131-142.
16. Morata A, Bañuelos MA, López C, et al.... Use of fumaric acid to control pH and inhibit malolactic fermentation in wines. *Food Additives and Contaminants - Part A Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk Assessment*. 2020; 37(2): 228–238.
17. Morata A, Suárez-Lepe JA. *New Biotechnologies for wine fermentation and ageing. Advances in Food Biotechnology 2016*.
18. Jolly, N.P.; Varela, C.; Pretorius, I.S. Not your ordinary yeast: non-*Saccharomyces* yeasts in wine production uncovered. *FEMS Yeast Res*. 2014; 14: 215-237.
19. Gobbi, M.; Comitini, F.; Domizio, P.; Romani, C.; Lencioni, L.; Mannazzu, I.; Ciani, M. *Lachancea thermotolerans* and *Saccharomyces cerevisiae* in simultaneous and sequential co-fermentation: A strategy to enhance acidity and improve the overall quality of wine. *Food Microbiol*. 2013; 33: 271–281.
20. Kemsawasd, V.; Branco, P.; Almeida, M.G.; Caldeira, J.; Albergaria, H.; Arneborg, N. Cell-to-cell contact and antimicrobial peptides play a combined role in the death of *Lachancea thermotolerans* during mixed-culture alcoholic fermentation with *Saccharomyces cerevisiae*. *FEMS Microbiol. Lett*. 2015; 362: 103.

Annexe 1 Traitements phytosanitaire 2022 Château La Conseillante

N° de traitement	Date Traitement	Maladie Cible	Nom du produit	Substance Active	IFT traitement
0	17/03/2022	Tordeuses	RAK 2 NEW	E7,Z9-dodécadiénylacétate 8,2 %	0,77
0	18/03/2022	Tordeuses	CHECKMATE PUFFER LB	E7,Z9-dodécadiénylacétate 87,77 g/l	0,31
1	22/04/2022	Oïdium	HELIOUSOUFRE S	Soufre 700 g/l	0,50
1	22/04/2022	Engrais foliaire	PROTECT CUIVRE	Cu, Bore, Zinc, Mg, CaO	
2	02/05/2022	Oïdium	HELIOUSOUFRE S	Soufre 700 g/l	0,12
2	02/05/2022	Engrais foliaire	MIDILY	Cu, soufre, Mg, Zn	
3	11/05/2022	Oïdium	CITROTHIOL RAINFREE	Soufre pour pulvérisation (micronisé) 825 g/l	0,15
3	11/05/2022	Engrais foliaire	MIDILY	Cu, soufre, Mg, Zn	
3	11/05/2022	Mildiou	CHAMP FLO AMPLI	Cuivre de l'hydroxyde de cuivre 360 g/l	0,14
4	18/05/2022	Mildiou	TEBAIDE	Fluopicolide 44,4 g/kg - Fosétyl-Aluminium 666,7 g/kg	0,88
4	18/05/2022	Mildiou	CHAMP FLO AMPLI	Cuivre de l'hydroxyde de cuivre 360 g/l	0,18
4	18/05/2022	Oïdium	CONYDIA	Cyflufénamid 30 g/l - Difénoconazole 60 g/l	0,88
4	18/05/2022	Cicadelles	BAIKAL WP	Kaolin 1000 g/kg	0,13
4	18/05/2022	Mildiou	CHAMP FLO AMPLI	Cuivre de l'hydroxyde de cuivre 360 g/l	0,01
4	18/05/2022	Oïdium	FLOSUL	Soufre 800 g/l	0,02
5	11/08/2022	Engrais foliaire	MATYS DUO	Cu, soufre, Ca	
6	31/05/2022	Mildiou	BOUILLIE BORDELAISE RSR DISPERS	Cuivre du sulfate de cuivre 20 %	0,27
6	31/05/2022	Mildiou	NORDOX 75 WG	Cuivre de l'oxyde cuivreux 750 g/kg	0,05
6	31/05/2022	Mildiou	ETONAN	Phosphonate de potassium 730 g/l	0,67
6	31/05/2022	Oïdium	HELIOUSOUFRE S	Soufre 700 g/l	0,34
6	31/05/2022	Cicadelles	BAIKAL WP	Kaolin 1000 g/kg	0,22
7	02/06/2022	Mildiou	HELIOCUIVRE	Cuivre de l'hydroxyde de cuivre 400 g/l	0,08
7	02/06/2022	Mildiou	NORDOX 75 WG	Cuivre de l'oxyde cuivreux 750 g/kg	0,06
8	10/06/2022	Mildiou	CHAMP FLO AMPLI	Cuivre de l'hydroxyde de cuivre 360 g/l	0,50
8	10/06/2022	Mildiou	ETONAN	Phosphonate de potassium 730 g/l	0,67
8	10/06/2022	Oïdium	FLOSUL	Soufre 800 g/l	0,90
8	10/06/2022	Cicadelles	BAIKAL WP	Kaolin 1000 g/kg	0,36
9	20/06/2022	Mildiou	BOUILLIE BORDELAISE RSR DISPERS	Cuivre du sulfate de cuivre 20 %	0,36
9	20/06/2022	Oïdium	CITROTHIOL DG	Soufre pour pulvérisation (micronisé) 80 %	0,27
10	22/06/2022	Mildiou	CHAMP FLO AMPLI	Cuivre de l'hydroxyde de cuivre 360 g/l	0,25
10	22/06/2022	Mildiou	NORDOX 75 WG	Cuivre de l'oxyde cuivreux 750 g/kg	0,06
10	22/06/2022	Oïdium	FLOSUL	Soufre 800 g/l	0,78
11	29/06/2022	Engrais foliaire	PROTECT CUIVRE	Cu, Bore, Zinc, Mg, CaO	
11	29/06/2022	Oïdium	FLOSUL	Soufre 800 g/l	0,84
12	07/07/2022	Engrais foliaire	PROTECT CUIVRE	Cu, Bore, Zinc, Mg, CaO	
12	07/07/2022	Oïdium	FLOSUL	Soufre 800 g/l	0,56
12	07/07/2022	Cicadelles	BAIKAL WP	Kaolin 1000 g/kg	0,22
13	22/07/2022	Engrais foliaire	PROTECT CUIVRE	Cu, Bore, Zinc, Mg, CaO	
13	22/07/2022	Cicadelles	BAIKAL WP	Kaolin 1000 g/kg	0,29
13	11/08/2022	Oïdium	SONATA	Bacillus pumilus souche QST 2808 14,35 g/l	0,54
			IFT		12,40

Annexe 2 Protocole d'expérimentation : Acidification biologique pendant la phase préfermentaire d'un vin rouge de merlot en vinification intégrale, à l'aide de levures sélectionnées non Saccharomyces Lachancea thermotolerans Concerto™.

° Contexte, objectifs et description du chantier

- Stage de 2^{ème} année DNO de 13 juin au 13 décembre 2022.
- Château La Conseillante, à Pomerol
- Surfaces des vignes 12 ha
- Essai d'acidification d'un vin rouge en préfermentaire grâce à la levure Kluveromyces Thermotolerans (Concerto laboratoire OBST)
- Cépage : 100% merlot
- Directeur du château : Marielle CAZAUX
- Tuteur du stage ISVV : Patrick LUCAS

° Principaux Travaux à la vie du château.

- ° Intégrer sur la vie du château, travailler en équipe avec une approche professionnelle.
- ° Participer et être très actif aux différents travaux au quotidien. (Chai et vigne)
- ° Faire appel à tous les matériels. Préparer les matériels pour l'expérimentation (Cagettes homogène, cuvées, barriques, levures, bactéries, pHmétrie, etc..)
- ° Avoir un aspect critique sur la vie de l'exploitation.
- ° Rédaction du rapport au fur et à mesure.

Hypothèse 1 : ° L'efficacité d'acidification de levure Kluveromyces thermotolerans par la moyenne des modalités Lt (Lanchancea thermotolerans Concerto (OBST) de 20 et 40 g/hl préconisé + Saccharomyces cerevisiae Excellence XR 20 g/hl préconisé) / Témoin (Torulaspora delvruueckii Prelude (OBST) 20 g/hl préconisé + Saccharomyces cerevisiae Excellence XR 20 g/hl préconisé)

Hypothèse 2 : ° Impact pH du moût

Hypothèse 3 : ° Impact microbien – L'efficacité du SO2

° Risques :

- ° Maturité du raisin insuffisante.
- ° Raisins contaminés
- ° Mauvaise homogénéité entre les modalités
- ° Difficultés de mise en place
- ° Mauvaise implantation de la souche de Kluveromyces
- ° Coûts élevés

° Facteurs clés de succès :

- ° Bonne organisation du travail par avance
- ° Faire un bilan régulier avec les responsables
- ° Prévoir le matériel nécessaire par avance
- ° Bonne bibliographie
- ° Demande des consignes et des conseils aux responsables
- ° Bonne communication avec les responsables
- ° Être motivé, actif au sein de l'entreprise
- ° Rigueur lors du protocole

Matériels et Méthodes

- ° Cépage d'expérimentation merlot de la parcelle Barrail – 1977 – 6 500 p/ha
- ° Vendange à la main avec répartition homogène en cagettes (1 cagette 15kg).
- ° 1 palette 25 cagettes (soit 375 kg de raisin) donne à peu près 1 barrique de vinification intégrale.
- ° 6 barriques homogènes, 2 barriques par modalité (prévoir 6 palettes de raisin + 3 palettes « sécurité »)
 - Analyses et schéma d'expérimentation schéma ci-dessous

Analyses

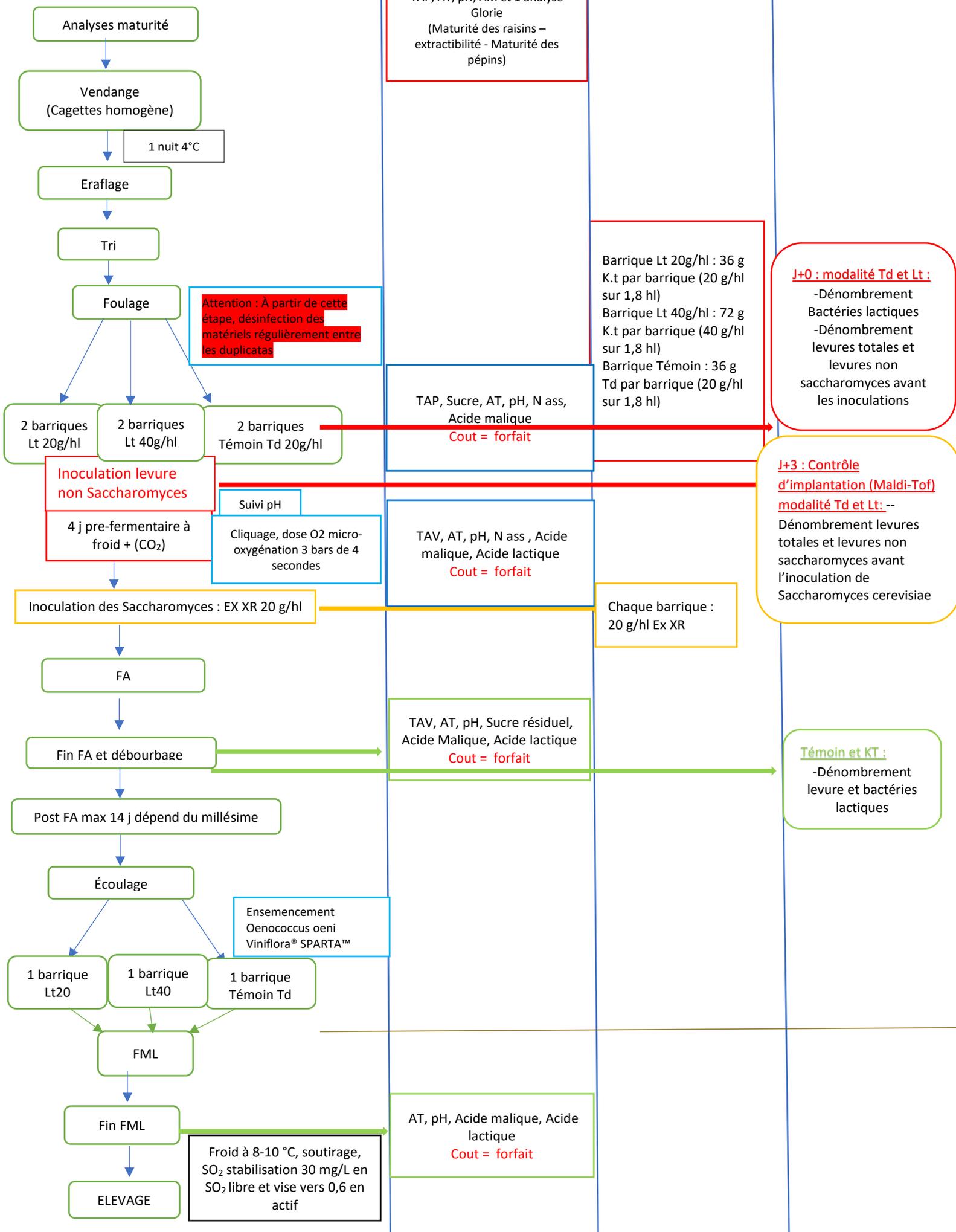
- Laboratoire Oenoteam à Libourne (laboratoire de la Conseillante),
 - pH
 - Sucre
 - TAP
 - Azote assimilable
 - Acidité totale
 - Acide malique
 - Acide lactique
 - Sucre résiduel
 - TAV
- Suivi pH
- Analyse Sensorielle : Témoin VS KT
 - Test triangulaire → Voir la différence ?

Suivi de l'expérience

Analyses labo et Cout

Ajout dose de produit

Microflora



Annexe 3 Fiche de dégustation

Groupe 1

Nom :

Prénom :

Trois échantillons-vous sont proposés, numérotés :

542 263 475

Goûtez les échantillons dans l'ordre présenté et indiquez celui que vous percevez comme différent. **Veillez donner une réponse même si vous n'êtes pas certain**

Groupe 2

Nom :

Prénom :

Trois échantillons-vous sont proposés, numérotés :

490 365 611

Goûtez les échantillons dans l'ordre présenté et indiquez celui que vous percevez comme différent. **Veillez donner une réponse même si vous n'êtes pas certain**

Nom Prénom :

Profession, Formation :

Pour l'échantillon présenté, veuillez noter l'intensité des descripteurs suivants sur les échelles à curseur correspondantes

Échantillon 528

Descripteurs visuels

Nuances rouges _____ violets

Descripteurs olfactifs

Intensité aromatique 0 _____ 10

Netteté aromatique 0 _____ 10

Fruité 0 _____ 10

Descripteurs gustatifs

Intensité générale 0 _____ 10

Fraicheur 0 _____ 10

Volume, gras, sucrosité 0 _____ 10

Persistance aromatique 0 _____ 10

Autres remarques :

Échantillon 657

Descripteurs visuels

Nuances rouges _____ violets

Descripteurs olfactifs

Intensité aromatique 0 _____ 10

Netteté aromatique 0 _____ 10

Fruité 0 _____ 10

Descripteurs gustatifs

Intensité générale 0 _____ 10

Fraicheur 0 _____ 10

Volume, gras, sucrosité 0 _____ 10

Persistance aromatique 0 _____ 10

Autres remarques :

Parmi les échantillons présentés, veuillez indiquer celui que vous avez préféré

528 657

Parmi les échantillons présentés, veuillez indiquer celui qui correspond le plus à la typicité de l'appellation Pomerol

528 657

Annexe 4 Incertitudes des analyses par Laboratoire OENOTEAM

Analyses	Incertitudes
Titre alcoométrique volumique % vol	+/-0,1
Sucres réducteurs g/L	4%
Azote assimilable mg/L	5%
Glucose Fructose < 1 g/L	+/-0,07
Glucose Fructose ≥ 2g/L	5%
Acidité volatile g/L H2SO4	5%
SO2 libre mg/L	+/-3
SO2 total mg/L	+/-10%
Acidité totale g/L H2SO4	+/-0,2
pH	+/-0,03
Acide Malique < 1 g/L	+/-0,07
Acide Malique ≥ 1g/L	7%
Acide Lactique g/L	5%
CO2 mg/L	9%
IPT	4%