



HAL
open science

Production des vins du Château Smith Haut Lafitte : Vinifications & élevages

Ambre Duccini

► **To cite this version:**

Ambre Duccini. Production des vins du Château Smith Haut Lafitte: Vinifications & élevages. Sciences du Vivant [q-bio]. 2022. dumas-04568953

HAL Id: dumas-04568953

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04568953>

Submitted on 6 May 2024

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

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

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Présenté pour l'obtention du

DIPLOME NATIONAL D'ŒNOLOGUE

**Production des vins du Château Smith Haut Lafitte :
Vinifications & élevages**



Par

Ambre DUCCINI

Année de soutenance : 2022

Organisme d'accueil : **Château Smith Haut Lafitte**

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Présenté pour l'obtention du

DIPLOME NATIONAL D'ŒNOLOGUE Option Viticulture – Œnologie

**Production des vins du Château Smith Haut Lafitte :
Vinifications & élevages**



Par

Ambre DUCCINI

Année de soutenance : 2022

Organisme d'accueil : **Château Smith Haut Lafitte**

Maître de stage : **Yann LAUDEHO**

Mémoire préparé sous la direction de : **Didier OLLE**

Présenté le : **30/06/2022**

Devant le jury : **Bruno BLONDIN & Didier OLLE**

Résumé

Titre : Production des vins du Château Smith Haut Lafitte : Vinifications & élevages

Le Château Smith Haut Lafitte, situé sur la commune de Martillac en Gironde en appellation Pessac-Léognan, est une véritable institution de l'appellation dont la réputation rayonne à travers le monde entier. Florence et Daniel Cathiard ont acquis la propriété en 1990 dans l'objectif de produire un vin d'excellence à l'image du terroir dont il est issu.

L'alliance atypique du respect de la tradition et des nouvelles technologies permet de créer des vins d'une grande qualité. Cette viticulture de bio-précision s'inscrit au cœur des enjeux actuels environnementaux et promeut une agriculture durable et pérenne soucieuse du milieu qui l'entoure.

Malgré les difficultés du millésime 2021 sur le plan météorologique notamment, le savoir-faire et l'expérience du Château Smith Haut Lafitte a permis d'élaborer des vins reflétant le magnifique vignoble. En effet, la rigueur et la précision définissent les lignes de conduites que l'équipe technique doit respecter lors des vinifications et l'élevage des vins.

Mots clés : Vinification, élevage, Bordeaux, fermentation.

Pour citer ce document : Duccini, Ambre, 2022, Production des vins du Château Smith Haut Lafitte : Vinifications & élevages. Mémoire de fin d'étude, DNO, option viticulture-œnologie, L'institut Agro Montpellier.

Abstract

Title : Wine production of Château Smith Haut Lafitte : Vinification & aging

Château Smith Haut Lafitte, in Martillac, in Gironde, in Pessac-Léognan AOC, is one of the most important institutions of the appellation whose fame shines worldwide. Florence and Daniel Cathiard acquired the property in 1990, with the aim of producing a wine of excellence that reflects the terroir from which it comes.

The atypical union of respect for tradition and new technologies allows to create high quality wines. This viticulture of bio-precision is at the heart of current environmental issues and promotes a sustainable agriculture that cares about environment et biodiversity.

Despite the difficulties of 2021 vintages, in particular due to the meteorological conditions, know-how and experience of Château Smith Haut Lafitte has made it possible to produce wines reflecting the magnificent vineyard. Indeed, rigor and precision define the guidelines that the technical team have to respect during the winemaking and the aging of wines.

Key words : Winemaking, aging, Bordeaux, fermentation.

To quote this paper : Duccini, Ambre, 2022, Production des vins du Château Smith Haut Lafitte : Vinifications & élevages. Mémoire de fin d'étude, DNO, option viticulture-œnologie, L'institut Agro Montpellier.

Remerciements

En premier lieu, j'exprime ma gratitude aux propriétaires du Château Smith Haut Lafitte, Monsieur Daniel Cathiard et son épouse Madame Florence Cathiard, qui m'ont accueillie au sein de leur Château.

Je saisis cette occasion pour adresser mes profonds remerciements à Monsieur Fabien Teitgen, Directeur Général du Château, qui m'a transmis son expertise viti-vinicole et les connaissances qu'il a su partager avec moi.

A ce titre je voudrais remercier Monsieur Yann Laudeho, Maître de chai et maître de stage, pour le temps dont il a disposé pour me former et pour m'avoir donnée la possibilité d'évoluer à ses côtés. L'encadrement qu'il a su me prodiguer, m'a permis d'acquérir davantage d'autonomie et de maturité professionnelle. Il a été soucieux de m'aiguiller dans ma vie professionnelle grâce à ses conseils avisés et ses multiples savoirs.

Je souhaiterais avoir une pensée particulière pour l'équipe vinicole, Nicolas, Cédric, Frédéric A. et Frédéric C., qui ont su m'enseigner leurs expériences techniques et les bonnes pratiques viticoles. Chacun a eu à cœur de me transmettre ses connaissances et pris le temps de répondre à mes questions.

Je tiens à adresser mes remerciements à Monsieur Didier Ollé, tuteur de stage. Merci de m'avoir accompagnée ; vos précieuses recommandations ont participé à la rédaction de ce mémoire. Je remercie également l'ensemble des professeurs de la formation Viti-Œno de Montpellier SupAgro.

Un grand merci à mes parents et à ma sœur pour leur soutien inconditionnel, à la fois moral et économique, qui m'a permis de réaliser les études que je souhaitais et par conséquent ce mémoire.

Table des figures

Figure 1. Encépagement rouge du vignoble.	24
Figure 2. Encépagement blanc du vignoble.	24
Figure 3. Catalogue des vins du Château Smith Haut Lafitte.	34
Figure 4. Schéma de l'itinéraire technique de vinification des vins blancs du Château Smith Haut Lafitte.	46
Figure 5. Description des étapes de réception des raisins blancs.	48
Figure 6. Programme de gestion de l'azote pour les vins blancs et pour les vins rouges.	54
Figure 7. Schéma de l'itinéraire technique de vinification des vins rouges du Château Smith Haut Lafitte.	56
Figure 8. Description des étapes de réception des raisins rouges.	58
Figure 9. Modalités de pilotage des séparations des jus de presse des vins rouges.	66
Figure 10. Courbes de suivis de densités et de températures du lot 13 (vin blanc) du pressurage à la fin de la fermentation alcoolique.	72
Figure 11. Courbes de suivis de densités et de températures du lot P19 (vin rouge) de l'encuvage à la fin de la fermentation alcoolique.	74
Figure 12. Suivis de la fermentation malolactique par mesure de la teneur en acide malique et contrôle de l'acidité volatile – Exemple 1.	74
Figure 13. Suivis de la fermentation malolactique par mesure de la teneur en acide malique et contrôle de l'acidité volatile – Exemple 2.	76
Figure 14. Chai d'élevage blanc (source personnelle).	76
Figure 15. Chai d'élevage rouge (source personnelle).	78
Figure 16. Tonnellerie du Château Smith Haut Lafitte (source personnelle).	78
Figure 17. Schéma de l'itinéraire technique d'élevage et du travail des vins blancs du Château Smith Haut Lafitte.	88
Figure 18. Schéma de l'itinéraire technique d'élevage et du travail des vins rouges du Château Smith Haut Lafitte.	90

Table des tableaux

Tableau 1. Listes des porte-greffe utilisés au vignoble.	24
Tableau 2. Liste des préparations biodynamiques utilisées.	28
Tableau 3. Liste des travaux en verts réalisés pendant la saison.	30
Tableau 4. Nombre de bouteilles produites et commercialisées par an.	34
Tableau 5. Protocole d'extraction mis en place au Château Smith Haut Lafitte.	60
Tableau 6. Liste de l'ensemble des caractéristiques mesurées du lot 13.	72
Tableau 7. Rapport Sovivins du 19/11/2021, contrôle de la quantité de SO ₂ libre sur les vins blancs en barriques pendant l'élevage et dose de SO ₂ correctives ajoutées.	82

Table des annexes

Annexe 1. Carte des sols	101
Annexe 2. Plan du cuvier.....	103

Table des matières

Introduction	21
Partie 1 : Produire au Château Smith Haut Lafitte	23
I. Etude du milieu de production.....	23
1. Caractéristiques viticoles du bordelais et de l'AOC Pessac-Léognan	23
2. Caractéristiques pédoclimatiques.....	23
3. Matériel végétal : encépagement et porte-greffes.....	25
II. Aspects viticoles	25
1. Implantation des parcelles et système de culture	27
2. Conduite du vignoble et itinéraire technique	27
III. Le Château Smith Haut Lafitte	33
1. Présentation générale	33
1.1. Histoire	33
1.2. Politique du Château, objectifs et perspectives :	35
2. Les vins : typologie des produits, volumes et marchés visés	35
Partie 2 : Vinifier au Château Smith Haut Lafitte.....	35
I. Les moyens de production.....	37
1. Les installations et les locaux	37
1.1. La chambre froide.....	37
1.2. Le cuvier	37
1.3. Le laboratoire.....	39
2. Les équipements vinicoles spécifiques à la cave et aux vendanges	39
3. Les moyens humains.....	41
II. Du vignoble à la cave.....	43
1. Préparation de la cave.....	43
2. Les contrôles de maturité et choix de la date de récolte	43
3. Les vendanges	45
4. Les spécificités du millésime 2021.....	45
III. Vinifications des blancs.....	47
1. Réception et remplissage des pressoirs	47
2. Pressurage.....	47
3. Débourage	49
4. Fermentation alcoolique et entonnage.....	51
5. Gestion et ajout d'azote.....	55
IV. Vinifications des rouges.....	57
1. Réception et encuvage.....	57

2. Fermentation alcoolique, extraction et fin de cuvaison.....	61
3. Ecoulage, décuvage et pressurage du marc.....	65
4. Fermentation malolactique et entonnage.....	69
V. Suivis des cinétiques fermentaires	71
1. Les blancs	71
2. Les rouges	71
3. Exemples de suivis fermentaires	73
3.1. Fermentation alcoolique chez les vins blancs	73
3.2. Fermentation alcoolique et malolactique chez les vins rouges	73
Partie 3 : Elevages des vins au Château Smith Haut Lafitte	75
I. Le travail du vin.....	77
1. Situation des locaux et description des équipements d'élevage et du travail du vin ...	77
2. Etude des itinéraires d'élevage : barrique, cuve et autres.....	77
2.1. Nettoyage et entretien des barriques	77
2.2. Elevage des blancs.....	79
2.3. Elevage des rouges	81
2.4. Assemblage	83
3. Bulletins œnologiques : suivis des paramètres lors de l'élevage	83
II. Étude des étapes de stabilisation.....	85
1. Stabilisation des blancs	85
2. Stabilisation des rouges	89
III. Étude de la mise en bouteille, de l'habillage et du stockage.....	89
IV. Étude des démarches qualité / sécurité	91
1. Démarche qualité	91
2. Démarche environnementale.....	93
Conclusion	97
Bibliographie	99

Introduction

Le Château Smith Haut Lafitte est situé sur la commune de Martillac en Gironde en appellation Pessac Léognan. Florence et Daniel Cathiard ont acquis la propriété en 1990 dans l'objectif de produire un vin d'excellence à l'image du terroir dont il est issu. La philosophie du Château est donc de valoriser ce terroir d'exception tout en protégeant la biodiversité dans une démarche environnementale durable.

Cette philosophie impose une rigueur infaillible. La quête de sans cesse s'améliorer est un véritable défi auquel il faut mêler d'autres enjeux comme celui du changement climatique. Ces objectifs imposent un fonctionnement innovant, capable de se renouveler et d'évoluer tout en respectant l'environnement, le terroir et les vins.

Le vignoble s'étend sur une surface d'environ 150 ha. L'encépagement du Château est dominé par le merlot à hauteur de 49 %. Le Cabernet Sauvignon recouvre 31 % du vignoble. En 2019, certaines parties du vignoble ont été conduites en agriculture biologique. Cette transition a abouti en 2021 à une gestion biologique de la totalité du vignoble. Des pratiques biodynamiques sont également effectuées à la vigne. Ces décisions s'inscrivent au centre des enjeux climatiques et traduisent une volonté de durabilité et de pérennité.

Ce mémoire se compose de trois parties dont l'objectif est d'exposé comment les vins du Château Smith Haut Lafitte sont produits, vieillis et conditionnés. La première partie expose les caractéristiques du milieu de production, les aspects viticoles de manière succincte, et enfin présente la propriété, son histoire, sa politique et ses vins. La seconde se penche les processus de vinifications réalisés. La troisième partie relate les divers travaux de chai et d'élevages des vins.

Partie 1 : Produire au Château Smith Haut Lafitte

I. Etude du milieu de production

1. Caractéristiques viticoles du bordelais et de l'AOC Pessac-Léognan

Avec plus de 121 000 ha de vignes qui se répartissent le long de la Garonne, le vignoble Bordelais est une place forte du vignoble français et mondial. La diversité des terroirs est très importante et la région peut être divisée en cinq entités : le Médoc à l'ouest, la Rive Droite à l'est, au centre l'Entre-deux-Mers, les Graves et le Sauternais. Aujourd'hui, la production du Bordelais est majoritairement orientée vers les vins rouges (89 %). Les cépages rouges prépondérants sont le Merlot, le Cabernet Sauvignon et le Cabernet franc. Les cépages blancs les plus utilisés sont le Sauvignon blanc, le Sauvignon gris et le Sémillon.

L'appellation d'origine contrôlée de Pessac-Léognan date de 1987 et permet de reconnaître les meilleurs crus classés de Pessac et de Léognan. Cette zone géographique se situe en périphérie de la ville de Bordeaux et s'étend sur dix communes : Cadaujac, Canéjan, Gradignan, Léognan, Martillac, Mérignac, Pessac, Saint-Médard-d'Eyrans, Talence et Villenave d'Ornon. Tous les « crus classés de Graves » (classement de 1959) sont localisés dans l'appellation Pessac-Léognan, soit 16 Châteaux, et représentent environ le tiers de la production de l'appellation. La superficie de l'appellation est de 1600 ha, sur lesquels sont produits aussi bien des vins rouges (80 %) que des vins blancs (20%).

Les maturités de Pessac-Léognan sont souvent plus précoces que celles observées dans le Médoc. La proximité avec le tissu urbain est probablement un des facteurs influant tout comme les nombreuses forêts qui protègent les vignes de l'humidité et des vents. Ces terres de graves sont caractérisées par des sols relativement pauvres et bien drainant en adéquation avec la culture de la vigne.

2. Caractéristiques pédoclimatiques

Le Bassin aquitain est constitué de couches géologiques sédimentaires déposées lors des transgressions et régressions marines. A la fin du tertiaire pendant l'orogénèse Pyrénéenne, la région subit une forte érosion. Au cours des temps géologiques, les alluvions fluviaux se déposent sur la rive gauche de la Garonne et forment des terrasses caillouteuses.

Le Château Smith Haut Lafitte est localisé à Martillac sur l'appellation Pessac – Léognan. Le climat océanique de la région est fortement influencé par la proximité de la Garonne et de l'océan Atlantique. Des galets et cailloux ont ainsi été déposés par le fleuve sur ce terroir si particulier. Les anciennes formations géologiques sont donc recouvertes de graves « Günziennes » datant de l'ère quaternaire. Les sols sont profonds et riches avec une texture majoritairement sableuse. Ils présentent des propriétés propices à la culture de la vigne comme le drainage naturel des sols et prodigue aux vins une bonne minéralité.

Le vignoble s'étend sur une surface d'environ 150 ha. Ainsi, les disparités des reliefs ou encore les hétérogénéités des sols font naître une certaine diversité inter-parcellaire et même intra-parcellaire. Ces variabilités sont à l'origine même de la complexité des terroirs et donc de leurs richesses.

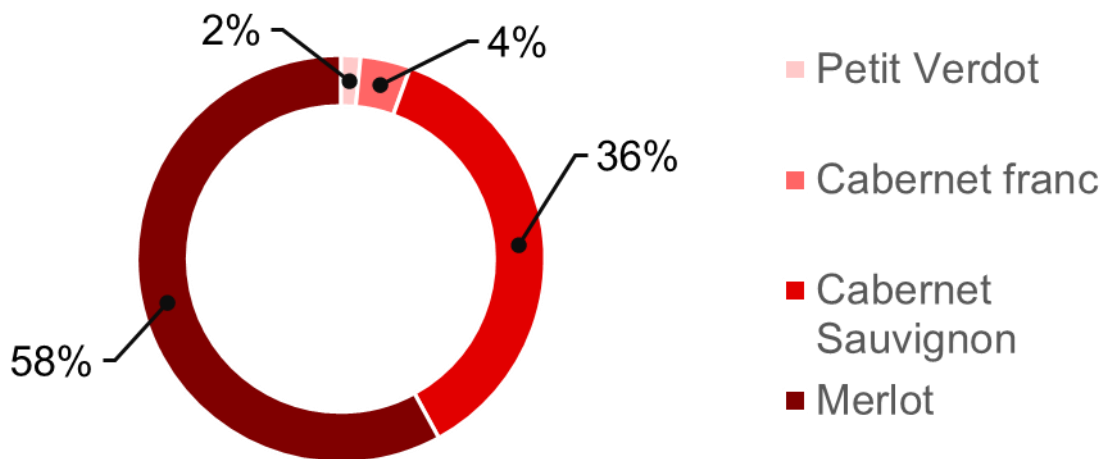


Figure 1. Encépagement rouge du vignoble.

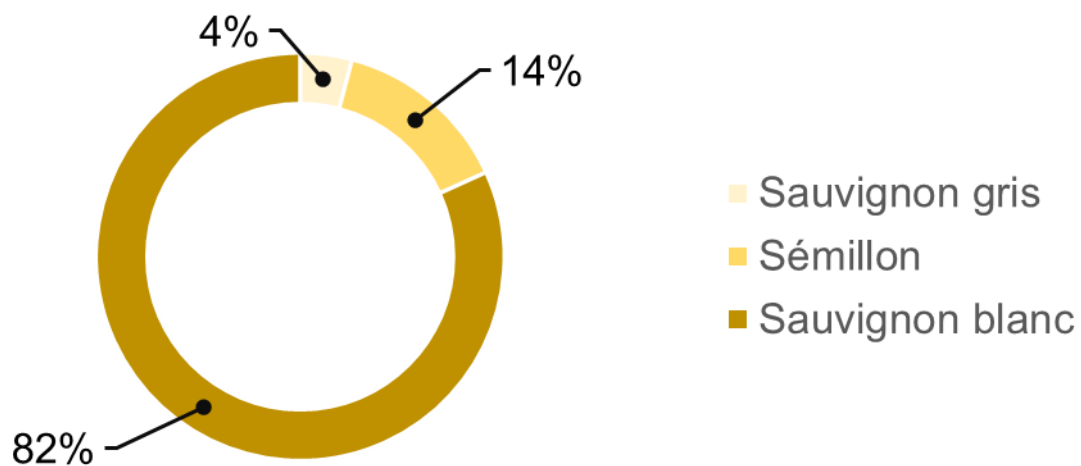


Figure 2. Encépagement blanc du vignoble.

Tableau 1. Listes des porte-greffe utilisés au vignoble.

Porte-greffes majoritaires	Autres porte-greffes
420 A MGt	Fercal
101 14 MGt	Gravesac
3309 C	Riparia Gloire de Montpellier
	SO4

Malgré ces nombreuses différences, les principaux sols sont des calcosols à dominante argileuse, des brunisols sablo-argileux et des peyrosols graveleux comme l'illustre l'Annexe 1. Carte des sols.

3. Matériel végétal : encépagement et porte-greffes

L'encépagement du Château est un encépagement classique de la région bordelaise puisque les variétés plantées sont celles autorisées par le cahier des charges. Le Merlot domine à hauteur de 49 % et le Cabernet-Sauvignon recouvre 31 % du vignoble (Figure 1. et Figure 2.).

L'ensemble de ces variétés permet de créer des assemblages inédits chaque année afin de travailler selon l'effet millésime tout en respectant des lignes directrices caractéristiques des vins du Château.

Étant donné la variabilité des cépages, de l'âge des vignes et l'hétérogénéité des sols plusieurs porte-greffes peuvent être retrouvés sur l'ensemble du vignoble. L'objectif est d'adapter de manière optimale le matériel végétal avec les propriétés du sol pour favoriser l'enracinement des vignes. Ainsi, certains porte-greffes sont majoritairement utilisés sur l'ensemble du vignoble (Tableau 1.).

Le Château Smith Haut Lafitte possède l'île de Lalande sur la Garonne sur laquelle des vignes mères sont plantées et cultivées afin de produire leurs propres porte-greffes. La production de ces porte-greffes présente plusieurs avantages : elle permet de conserver une biodiversité unique particulièrement adaptée au terroir et aussi d'accroître l'autonomie de la propriété afin de ne plus être dépendant vis-à-vis des pépinières.

II. Aspects viticoles

Les bâtiments viticoles nommés « La Ferme » ont été construits en 2010 et sont situés à proximité du Château Smith Haut Lafitte. Un projet de rénovation a été planifié pour début 2022 afin d'agrandir notamment les locaux phytosanitaires et de moderniser les bâtiments.

La gestion du vignoble est rendue possible grâce à onze tractoristes et un mécanicien agricole sous la responsabilité du Chef de culture Nicolas Poumeyrau et de son Adjoint Adrien Liégeon. Sous les yeux du Directeur général Fabien Teitgen, ils ont la charge de la gestion de la conduite de la vigne tout au long de la saison. Ils sont épaulés par des conseillers de deux sociétés externes : l'entreprise Touzan et les experts de Derenoncourt Consultants.

Les objectifs de rendements fluctuent avec les millésimes et en fonction des îlots. Pour les parcelles du premier vin, le rendement visé est d'environ 35 hL/ha contre 45 hL/ha pour les parcelles des seconds vins.

La conduite du vignoble influence fortement la qualité des raisins grâce à l'ensemble des interventions tout au long de la saison culturale. Elle dépend de nombreux facteurs et également du cahier des charges de l'AOC qui impose certains paramètres.

1. Implantation des parcelles et système de culture

Les parcelles du Château sont le plus souvent orientées selon l'axe Nord – Ouest / Sud – Est. Privilégier cet axe est primordial pour optimiser l'exposition lumineuse de la surface foliaire. Cependant, cette orientation est parfois contrariée à cause de certaines irrégularités du terrain auxquels il faut s'adapter.

Étant donné la surface du vignoble et donc les diverses dates de plantation, il est possible de trouver différents écartements entre les rangs :

- Un espace inter-rang d'1,1 m impliquant une densité de plantation de 9090 cep/ha.
- Un espace inter-rang d'1,4 m impliquant une densité de plantation de 7150 cep/ha.
- Un espace inter-rang d'1,6 m impliquant une densité de plantation de 6250 cep/ha.

Une tendance à l'homogénéisation de 10 000 cep/ha, avec un espacement inter-rang de 1,1 m est entreprise depuis plusieurs années. Elle permet de moduler favorablement les rendements à l'hectare, de mieux gérer les campagnes de traitement et de conduire plus aisément les travaux mécanisés.

Dans la même optique que cette tendance à l'homogénéisation des parcelles et l'unification des paramètres de la conduite du vignoble, les consignes de taille sont telles que l'objectif est d'obtenir une hauteur de tronc de 40 cm. Ainsi, sur les parcelles de vieilles vignes, elles permettent d'augmenter la hauteur des troncs et donc de diminuer les risques de contamination microbiologique par la faune du sol.

La taille hivernale est pratiquée par les employés viticoles du Château ainsi qu'une équipe de prestataires habitués des lieux et des travaux à la propriété. L'ébourgeonnage est effectué en même temps. Les consignes de tailles découlent des observations de vigueur faites l'année précédente pendant le cycle végétatif. Ainsi, le chef de culture peut adapter la taille par le nombre de bourgeons laissés, afin d'optimiser la balance vigueur / rendement. Une taille en guyot double est globalement pratiquée (deux baguettes fructifères et deux coursons de rappel). La charge est idéalement de 3 yeux par baguette ce qui constitue 12 potentielles futures grappes. Les plaies de taille sont limitées et les flux de sève respectés. C'est pourquoi, l'état sanitaire des parcelles est très bon et peu de maladies du bois sont observées.

Les parcelles les plus vieilles et les cépages les plus tardifs sont traités en premier. Les opérations de taille sont effectuées uniquement en lune descendante, c'est-à-dire lorsque la sève se dirige vers les racines. Organiser les travaux en fonction de la lune impose des contraintes calendaires importantes et de potentiels retards sur le programme de taille. Cependant, le nombre d'ouvriers et leur expérience permettent d'y palier. Il s'agit d'un véritable confort pas forcément systématique dans toutes les exploitations viticoles.

Néanmoins, des interventions au moment de la taille ont parfois été nécessaires pour sauvegarder l'intégrité de certains pieds. En effet, si la vigueur du cep est faible alors une taille en guyot simple à 3 yeux est privilégiée. Le gel printanier de 2021 influencera sans conteste la taille de certaines parcelles. Une taille en cordon est plus adaptée pour les pieds touchés de manière critique par le gel.

Grâce à la co-plantation, le taux de manquants dans le vignoble est relativement faible. Il est d'ailleurs contrôlé et suivi chaque année pour optimiser cette gestion.

2. Conduite du vignoble et itinéraire technique

Les amendements sont pilotés par les observations effectuées pendant l'ensemble de la saison. En effet, les cartographies de la vigueur et des possibles carences du vignoble (obtenus par analyses pétiolaires à véraison) sont des outils primordiaux.

Tableau 2. Liste des préparations biodynamiques utilisées.

Numéro	Nom	Objectif
502	Achillée millefeuille	✓ Rôle dans la mobilité du soufre et de la potasse
503	Matrice camomille	✓ Rôle dans le métabolisme du calcium
504	Ortie	✓ Liée à l'azote et le fer
505	Ecorce de chêne	✓ Intervient dans les maladies liées à des exubérance ou des prolifération
506	Pissenlit	✓ Liée à l'acide salicylique et l'hydrogène
507	Valériane	✓ Rôle dans la mobilité du phosphore

Les décisions qui en découlent sont appliquées à l'échelle de la parcelle ou plus précisément à des secteurs intra-parcellaires.

Le compost utilisé est composé de 70 % de bouse de bovins, de crottin des chevaux de traits de la propriété et de déchets biologiques de la vigne et du chai. Des préparations biodynamiques y sont également ajoutés : 502, 503, 504, 505, 506 et 507. Les effets de ces dernières sont regroupés dans le Tableau 2.

Les doses de compost s'élèvent à environ 5 t/ha et peuvent monter jusqu'à 20 t/ha sur les nouvelles parcelles venant d'être acquises.

L'entretien des sols s'appuie sur deux pratiques : un entretien mécanique et une gestion de parties enherbées. Ces choix se sont fait sentir pour respecter la politique environnementale du Château et dans un souci de limiter au maximum l'emploi de produits chimiques.

Le travail sur le rang repose sur l'alternance de chaussage et de décavaillonnage tout au long de la saison. A la fin de l'hiver, c'est-à-dire début mars, les rangs chaussés après les vendanges sont décavaillonnés afin de détruire les adventices et de réduire l'humidité à la base du cep dans une optique de lutte contre le gel printanier. Les rangs sont chaussés en juin, puis à nouveau décavaillonnés peu avant les vendanges fin juillet / début août.

Les outils utilisés sont des charrues vigneronnes qui travaillent en superficie (20 à 25 cm de profondeur) conservant l'intégrité du système racinaire.

Le travail de l'inter-rang s'effectue par l'emploi d'outils à disques. Ces derniers arrachent les adventices problématiques qui entrent en concurrence avec la vigne et freinent son développement.

Des chevaux de trait se chargent d'entretenir les sols les plus argileux et les plus sensibles. Si cette alternative est une véritable solution lorsque les conditions climatiques n'offrent pas d'autre choix, il faut tout de même souligner que cette solution peut être envisagée uniquement sur de petites surfaces étant donné le temps de réalisation des opérations. L'utilisation des chevaux à la vigne constitue un autre atout davantage commercial : il s'agit d'un argument supplémentaire de communication auprès des visiteurs dans cette propriété où l'axe œnotouristique est très développé.

La gestion de l'agriculture et de ses pratiques représente un véritable enjeu écologique et le Château se positionne comme un véritable acteur de ces changements. Cependant, la mécanisation des travaux du sol présente également quelques inconvénients. Ils engendrent des coûts supérieurs et une fréquence de passage des tracteurs relativement élevée (utilisation accrue d'essence et tassement des sols). L'érosion du sol est accentuée et les pertes en sols peuvent s'avérer importantes notamment sur les parcelles à fort dévers. C'est pourquoi, ces secteurs sont le plus souvent enherbés.

En effet, certaines parcelles du vignoble sont caractérisées par des inter-rangs enherbés. Ces couverts herbacés sont situés sur les zones les plus argileuses de la propriété ou encore dans les secteurs historiquement sensibles à *Botrytis cinerea*. En effet, l'enherbement permet d'améliorer la portance de ces sols et d'absorber les excès d'eau qui représentent de fortes problématiques sur le plan pratique et sanitaire. L'enherbement contrôle également la vigueur de la vigne, limite l'érosion et le ruissellement des sols et participe à la création d'un véritable biotope.

La gestion des parties enherbées passe par des tondes régulières et dépend des événements météorologiques.

Dans un contexte de changement climatique, où les phénomènes extrêmes seront de plus en plus fréquents, il faut rester vigilants car les couverts végétaux accentuent les phénomènes de sécheresse en été. Néanmoins, les surfaces enherbées sont des solutions envisageables pour assurer la durabilité du vignoble pour toutes les raisons mentionnées précédemment.

Tableau 3. Liste des travaux en verts réalisés pendant la saison.

Opérations	Période	Consignes	Objectifs
Epamprage et dédoubleage (Manuel)	2 passages : mai (le plus tôt possible) et mi-juillet	Suppression des pampres sur le tronc et les bras Suppression des « doubles bourgeons » issus du contre-bourgeon	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Disponibilité des assimilés pour les rameaux fructifères ✓ Assurer l'état sanitaire des cepcs (limiter les risques de contamination) ✓ Aérer les cepcs (meilleure pénétration des produits phytosanitaires) ✓ Simplifier la taille
Levage (Manuel)	A partir de début juin	Positionnement des rameaux sur le plan de palissage Agrafage des fils releveurs Éviter les paquets de feuilles	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Maintenir le port et limiter les risques de casse (à cause des tracteurs ou du vent) ✓ Assurer l'état sanitaire des cepcs ✓ Simplifier la taille
Rognage (Mécanique)	A partir de mi-juin, après levage	Suppression des apex Hauteur du feuillage : 95 cm Épaisseur du feuillage : 35 cm	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Réduire le feuillage ✓ Diminuer la compétition feuille / fruit ✓ Suppression des jeunes organes sensibles
Echardage (Manuel)	Après rognage	Suppression des entre-cœurs dans la zone des grappes	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Faciliter la nouaison par aération de la zone des grappes (meilleure exposition) ✓ Assurer l'état sanitaire des grappes
Effeuilage (Manuel)	A nouaison	Suppression des feuilles dans la zone des grappes sur la face du côté du soleil levant	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aérer la zone des grappes (meilleure exposition et maturation) ✓ Réduire le temps de vendange
Eclaircissage (Manuel)	De mi-juillet à début véraison	Suppression de grappes après évaluation de rendement trop élevé	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Contrôler les rendements ✓ Assurer une certaine qualité des raisins

Augmenter leur présence sur une plus grande partie du vignoble permet de renforcer sa pérennité.

Tous les travaux en verts sont réalisés manuellement à l'exception du rognage mécanique dont les tractoristes de la propriété sont en charge. Les paramètres du rognage sont définis de telle sorte à ce que la hauteur du couvert végétal soit de 95 cm et l'épaisseur du feuillage de 35 cm. La suppression des apex s'effectue avec une rogneuse à couteaux à partir de mi-juin après le levage. Il est régulièrement réitéré pour conserver un vignoble propre jusqu'à la fin de la saison notamment pour des raisons esthétiques car le Château est très touristique d'autant plus en été.

Des équipes saisonnières et des prestataires obéissent aux consignes du chef de culture qui optimise le cycle de développement de la vigne. La possibilité d'avoir recours à des équipes de prestataires est un luxe dans la gestion des pics d'activité. En effet, lors de périodes chargées, l'augmentation du nombre de prestataires permet d'accomplir l'ensemble des travaux sans accumuler de retard. A l'inverse, les périodes plus calmes font intervenir moins de personnes et l'équipe saisonnière est privilégiée. Cette gestion constitue un surcoût dont l'avantage principal est celui d'agir au besoin en temps et en heure quand la nécessité se fait ressentir. Ainsi, la réactivité se veut optimale et la qualité des raisins est plus que recherchée. Les opérations en verts interviennent sur la partie végétative de la vigne mais également sur les grappes afin de gérer les problématiques sanitaires et physiologiques et de respecter l'ensemble des objectifs de production. Pour cela, le chef de culture agit sur la vigueur de la vigne ou encore la quantité et la qualité des raisins. L'ensemble de ces travaux est présenté dans le Tableau 3. récapitulatif.

L'entièreté du vignoble, soit les 150 ha, sont conduit en agriculture biologique. Réduire le nombre de traitements mais également la quantité de produits phytosanitaires sont des objectifs primordiaux de la conduite du vignoble à la fois financiers et environnementaux.

Pour faire face à ces enjeux complexes en région bordelaise, le chef de culture bénéficie de l'aide de conseillers extérieurs de l'entreprise Touzan qui offrent de précieux diagnostics afin de protéger au mieux le vignoble. Un outil d'aide à la décision, nommé Movida, prévoit plusieurs jours à l'avance les risques de contamination mildiou et oïdium en fonction des conditions météorologiques et du stade de développement de la vigne. Cet outil permet de réduire l'indice de fréquence de traitement (IFT) en optimisant les traitements. L'objectif du Château est de minimiser autant que possible l'IFT en adoptant une action préventive optimale plutôt qu'une action curative. Cependant, jouer avec les pressions phytosanitaires se veut être un exercice complexe d'autant plus en région bordelaise où le climat océanique impose des risques élevés.

La propriété détient 9 engins équipés d'enjambeurs et de cuves afin de réaliser les traitements phytosanitaires. 6 sont caractérisés par un système de pulvérisation jet porté et 3 d'un système pneumatique. Un système de pulvérisation adapté à la traction équine permet de traiter avec les préparations biodynamiques les parcelles autour du Château.

Pour ce qui concerne la lutte contre les tordeuses de la grappe, le vignoble est équipé de puffer et de rak qui sont respectivement des bombes aérosols et des diffuseurs de phéromones qui luttent contre les tordeuses par confusion sexuelle. Ces luttes contre *Eudemis Lobesia botrana* et contre *Cochylis Eupoecilia ambiguella*, sont primordiales afin de ne pas accentuer les risques de *Botrytis cinerea* à cause des perforations créées dans les baies de raisin.

Pendant l'entièreté de la saison végétative, de nombreux suivis sont effectués dans le vignoble. Ces observations amènent à des prises de décision majeures qui influencent le cycle de développement de la vigne. Ces expertises ont pour objectifs d'optimiser la gestion de l'itinéraire viticole et de s'adapter par les choix envisagés. Ces décisions sont cruciales pour les travaux du sol, les travaux en vert ou encore les traitements phytosanitaires.

La liste suivante, non exhaustive, regroupe un ensemble de suivis au vignoble :

- Les suivis phénologiques datent les avancées des parcelles dans le cycle de développement et donc évaluent leurs tendances tardives ou précoces. Ces relevés sont également des outils qui analysent l'homogénéité des parcelles.
- Les suivis liés à l'entretien des parcelles interviennent à la suite de travaux en vert (épamprage, éclaircissage ...) afin de contrôler que les consignes du chef de culture ont été appliquées avec justesse. Ces suivis sont nécessaires pour programmer les futures opérations et organiser le calendrier des travaux.
- Les suivis *Eudemis Lobesia botrana* et *Cochylis Eupoecilia ambiguella* sont effectués tout le long de la saison. Ils consistent à relever tous les deux jours les pièges alimentaires et sexuels afin de les dénombrer et d'ainsi contrôler leur population et la pression qu'ils exercent sur le vignoble.
- Les suivis sanitaires permettent de quantifier le nombre et l'intensité de pieds touchés par le mildiou, l'oïdium, le black rot et *Botrytis cinerea*.
- Les estimations de rendement sont réalisées sur la totalité des parcelles afin de déterminer la nécessité ou non de vendanges en vert.
- Les suivis de vigueur et de carences sont des suivis annuels dont l'objectif est de piloter les choix envisagés pour le prochain millésime. Ces données sont complétées par des analyses de sols et des analyses pétiolaires à véraison.
- Les suivis liés aux événements climatiques du millésime : estimation du nombre de ceps touchés par le gel et de l'intensité du phénomène, évaluation de l'ampleur des dégâts à la suite de la grêle, analyse du stress hydrique, appréciation de l'échaudage, quantification du nombre de baies fissurées et / ou éclatées à cause de fortes précipitations ...

Chaque millésime est unique et son lot d'imprévus également ce qui le rend inédit. Connaître son vignoble est une priorité afin de mieux le comprendre et d'exploiter le meilleur des terroirs.

III. Le Château Smith Haut Lafitte

1. Présentation générale

1.1. Histoire

Le passé viticole de la propriété est ancien et date du XIV^{ème} siècle avec Verrier Du Bosq le premier propriétaire. Au cours du XVIII^{ème}, le négociant écossais George Smith se porte acquéreur et se charge de promouvoir les vins notamment à l'étranger.

En 1990, Florence et Daniel Cathiard achètent le Château Smith Haut Lafitte et ont pour objectif de perpétuer la tradition viticole des lieux. Véritablement tombés amoureux de la propriété, leurs investissements sont importants et permettent de diversifier les activités du Château en développant notamment l'œnotourisme. Ils sont des acteurs majeurs de la filière viti-vinicole et de l'appellation Pessac-Léognan.

Le Château Smith Haut Lafitte est à l'origine même de la naissance des laboratoires Caudalie. En 1993, Mathilde Thomas-Cathiard la fille de Daniel et Florence Cathiard décide, avec son mari Bertrand Thomas, de développer et de lancer la marque. En 1999, ils créent le Spa Vinothérapie après la découverte d'une source d'eau chaude au sein du vignoble du Château qui proposent des soins notamment à base de pépins de vigne.

Le Château Smith Haut Lafitte est également associé à un complexe hôtelier de luxe sous la gestion de la deuxième fille de Daniel et Florence Cathiard, Alice Tourbier-Cathiard et de son mari Jérôme Tourbière.

Ces deux entités participent à accroître le rayonnement du Château.

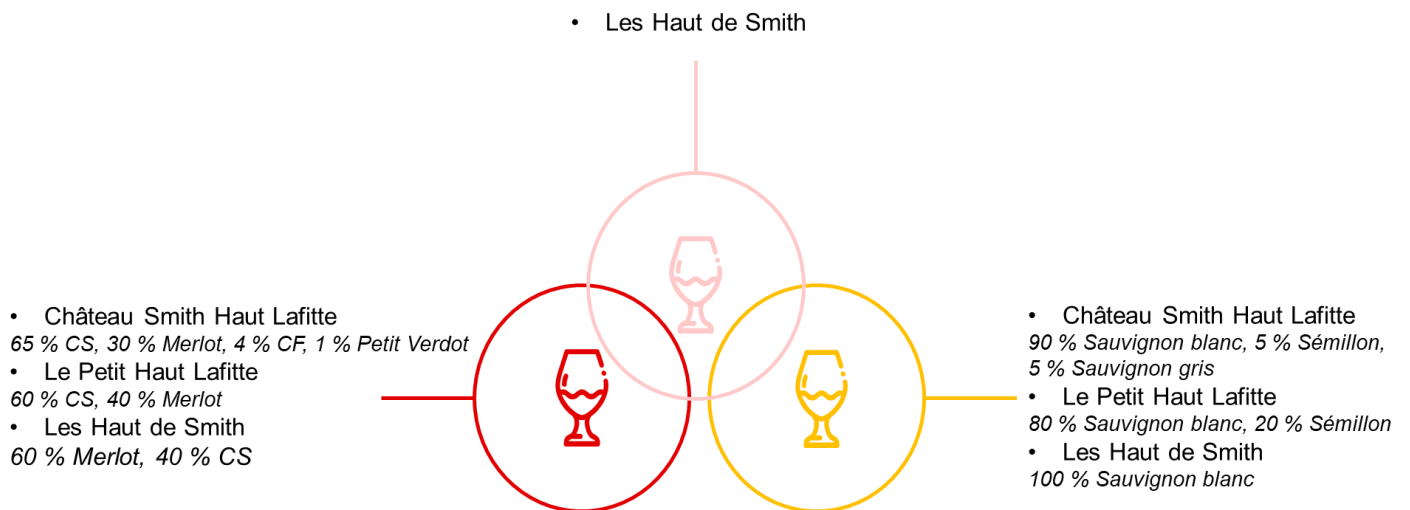


Figure 3. Catalogue des vins du Château Smith Haut Lafitte.

Tableau 4. Nombre de bouteilles produites et commercialisées par an.

	Blanc	Rouge
Premier vin	18 000	80 000
Second vin	18 000	140 000 (80 000 HDS + 60 000 PHL)
TOTAL	36 000	220 000

Les propriétaires détiennent également deux autres domaines : le Château Cantelys et Château Le Thil acquis en 2012.

1.2. Politique du Château, objectifs et perspectives :

La politique du Château s'articule autour d'une grande idée : la recherche de l'excellence. Les démarches viticoles d'amélioration de la vigne, d'optimisation du matériel végétal, de conservation de la biodiversité ou encore du respect du terroir sont des approches environnementales durables au service de l'excellence.

Il en est de même au chai où l'utilisation de levures indigènes et la drastique diminution de l'utilisation du soufre témoignent de l'attention particulière qu'il est donné à la transformation des raisins en vins. A chaque millésime, les multiples essais de vinifications attestent d'une volonté d'évolution et d'amélioration afin de rester proactif et dynamique.

Ainsi, l'alliance de la tradition et de l'innovation est une des particularités du Château afin d'honorer la réputation dont il bénéficie depuis des années.

2. Les vins : typologie des produits, volumes et marchés visés

Le Château Smith Haut Lafitte produit six vins en appellation Pessac-Léognan : Le Grand Cru classé de Graves c'est-à-dire le Château Smith Haut Lafitte en rouge et en blanc, et ses deux seconds vins, Les Hauts de Smith et Le Petit Haut Lafitte, en rouge et en blanc. Les seconds vins sont caractérisés par des assemblages uniques et des identités aromatiques distinctes. L'ensemble des vins est présenté dans la Figure 3.

Le Grand Cru classé de Graves en rouge est caractérisé par une immense complexité, des notes aromatiques reflétant le terroir (notes empyreumatiques, de graphite, de mine de crayon) et une bouche puissante, élégante, tannique et tout en équilibre.

Le Grand Cru classé de Graves en blanc joue à la fois sur les notes de fruits jaunes, de fleurs blanches et sur les agrumes. L'équilibre en bouche est respecté avec une belle tension, une forte minéralité et une bonne densité.

Le Château commercialise 256 000 cols par an dont 14 % en blanc et 86 % en rouge. Les informations présentées ci-dessus sont développées dans le Tableau 4. Si la boutique vend seulement 2 % des vins produits en vente directe, tout le reste est commercialisé par l'intermédiaire de négociants. Enfin, 80 % des vins sont vendus à l'étranger ce qui montre l'importance de ce marché.

La propriété produit d'autres gammes commercialisées sous d'autre noms dû aux rachats de différents domaines :

- Château Cantelys dont l'encépagement est composé d'1/3 de vignes blanches et de 2/3 de vignes rouges produit vins rouges et vins blancs en appellation Pessac-Léognan.
- Château Le Thil : Vin rouge en appellation Pessac-Léognan avec une majorité de Merlot.
- Le Lièvre : Vin rouge en appellation Pessac-Léognan.

Partie 2 : Vinifier au Château Smith Haut Lafitte

Afin de demeurer en accord avec la philosophie et la politique du Château Smith Haut Lafitte, la production de vins de grande qualité impose une matière première d'excellence mais également des équipements à la hauteur du prestige de la propriété.

I. Les moyens de production

1. Les installations et les locaux

Le Château Smith Haut Lafitte possède deux chais de vinification et d'élevage différents : celui du Château principal destiné à la production des premiers vins de la propriété et le chai furtif dédié aux autres produits. Ce dernier masqué par la forêt environnante, se distingue par un système de récupération, de recyclage et de transformation en bicarbonate commercialisable du CO₂ issu des fermentations alcooliques. Ce rapport se concentre sur la présentation des moyens employés dans le chai principal.

1.1. La chambre froide

La présence d'une chambre froide dans les locaux de vinification, thermorégulée entre 4 et 7°C et ventilée par des courants d'air secs, est un avantage considérable pour optimiser l'organisation de la réception de la vendange. En effet, elle rend possible une réception des raisins de manière continue sans altérer la vendange et de temporiser les différentes arrivées des tracteurs. Les conditions sanitaires sont saines ce qui limite les activités enzymatiques, l'oxydation des baies, le développement des microorganismes ... Cet espace de stockage conserve les raisins à des températures fraîches et permet également de la refroidir quand elle est récoltée dans l'après-midi sous de fortes chaleurs.

1.2. Le cuvier

Le cuvier est scindé en plusieurs parties (Annexe 2. Plan du cuvier) :

- Le cuvier inox dont la capacité est de 1 070 hL accueille les vins blancs avant qu'ils ne soient entonnés (4 cuves de 70 hL, 4 cuves de 50 hL, 8 cuves de 43 hL, 4 cuves de 30 hL, 1 cuve de 26 hL et 5 cuves de 20 hL). Ces cuves inox sont thermorégulées et sont donc notamment utilisées pour les étapes de débouillage à froid des vins blancs. Les différents volumes permettent de simplifier les transferts et les relogements de vins. Ces cuves en inox sont également très utiles pour héberger les vins de gouttes rouges après écoulage. Certains de ces vins réaliseront leur fermentation malolactique dans ces cuves.
- Le cuvier de 70 hL dont la capacité est de 560 hL, composés de cuves relativement petites en bois (8 cuves de 70 hL). Il est particulièrement utilisé pour vinifier les lots de raisins rouges les plus qualitatifs provenant des plus belles parcelles. Ces cuves sont équipées de ceintures de froid qui assure la régulation de la température captée grâce à une sonde.
- Le grand cuvier et le cuvier dit annexe (mais dans la prolongation du grand cuvier), dont la capacité est de 3 120 hL, abritent des cuves de 85 hL (16 cuves), de 100 hL (9 cuves) et 150 hL (2 cuves), consacrés à la vinification des vins rouges. Ces cuves sont des cuves tronconiques en inox. Une fois de plus toutes ces cuves sont munies d'un système de régulation thermique contrôlant avec précision la température du vin à l'intérieur des cuves.

Ainsi, la capacité totale du cuvier est de 4 190 hL.

Une citerne de 800 hL est située derrière le chai de vinification et est utilisé pour assembler les différents lots en fin de processus. Des gardes vins sont également à la disposition des ouvriers au besoin lors des transferts ou pendant certaines manipulations (3 gardes vin de 20 hL et 1 garde vin de 10 hL).

1.3. Le laboratoire

La propriété possède son propre laboratoire équipé d'un CEnoFoss (technologie de balayage infra-rouge IRTF) permettant une certaine autonomie vis-à-vis des différentes analyses conduites tout au long des processus de transformation et d'élevage. En effet, les analyses sont réalisables très facilement en quelques minutes et permettent d'avoir une réactivité suffisamment élevée en cas de nécessité.

En complément pour plus de précision et de significativité, tous les échantillons sont également confiés au laboratoire d'analyses Sovivins situé à quelques kilomètres de la propriété et qui communiquent les résultats dans la journée.

2. Les équipements vinicoles spécifiques à la cave et aux vendanges

La réception de la vendange s'effectue sous une **tente** installée uniquement pour cette période de l'année. Ainsi, l'arrivée des raisins est effectuée à l'ombre et à l'abri en cas de pluies.

Les cagettes sont déversées sur une **table vibrante** de réception où une équipe se charge de trier les grappes. Une fois vidées par une **retourneuse**, les cagettes suivent automatiquement un chemin qui permet de les rincer à l'eau sous pression. Cette **rinceuse** est très pratique car les cagettes propres peuvent être à nouveau empilées et amenées à la vigne aux vendangeurs dans les plus brefs délais. À la fin des vendanges, les cagettes sont désinfectées et nettoyées pour être entreposées propre pendant toute une année.

Pour les blancs, les grappes sont alors dirigées directement dans le pressoir à la sortie de cette table vibrante.

Les rouges suivent un autre itinéraire, et un **convoyeur à bande** alimente l'**érafloir** en raisins rouges déjà doublement triés. Cet érafloir dont le modèle est le Delta Oscillys de Bucher-Vaslin, sépare les baies de raisin de la rafle par oscillations de grandes amplitudes. Ainsi, ni batteur, ni cage tournante sont nécessaires. En plus de séparer les baies des rafles, les mouvements font progresser les baies vers l'aval et séparent les débris végétaux d'un autre côté. L'intégrité des baies est conservée tout en assurant une séparation efficace de la baie et du pédicelle par inertie. Enfin, cette technique permet d'éliminer les grains immatures, millerandés qui restent accroché sur la rafle et produit donc un travail qualitatif.

A la sortie de l'érafloir, une deuxième **table vibrante** (TRV20 de Bucher-Vaslin) répartie la vendange éraflée et effectue un tri rapide et grossier qui élimine la majorité des débris végétaux.

La vendange est conduite dans un **trieur densimétrique** qui a été acquis par le Château en 2021 pour faire face aux événements climatiques qui ont ponctué la campagne (et notamment pour trier efficacement les baies atteintes du mildiou). Le principe de cette machine est de trier les baies en fonction de leur densité. Les baies de raisin sont déversées dans un bain d'eau sucré dont la densité est déterminée par le maître de chai en fonction de ces objectifs de tri. La densité de ce bain doit également être ajustée en fonction de la maturité des raisins. Ainsi, les baies ayant une densité supérieure à celle de l'eau sucrée coulent et un convoyeur les transfère vers la suite de la ligne de réception. A l'inverse, les baies dites « mauvaises » et non sélectionnées flottent et sont écartées.

Par la suite, un **tri optique** automatique est réalisé par la Delta Vistalys de Bucher-Vaslin. Cet outil permet de piloter un tri en fonction des objectifs de production et des exigences du Château. L'utilisateur peut jouer sur les paramètres afin d'adapter son itinéraire de vinification. Les caractéristiques évaluées par une caméra de haute définition sont la maturité, la taille, la forme et la couleur des baies. Les baies non sélectionnées (immatures, écrasées, pourries, confites ...), les débris végétaux et autres corps étrangers sont éjectés grâce à l'action de buses d'éjection à air comprimé.

Enfin, une nouvelle **table de tri** manuelle est installée à la sortie de la trieuse optique. Les raisins sont déversés dans un **conquêt de réception** de 3 hL qui permet d'acheminer et déverser la vendange directement dans les cuves de manière gravitaire et sans utiliser de pompe à marc.

Deux **pressoirs pneumatiques** à cage fermée, Bucher-Vaslin de 40 hL équipés d'un système d'inertage à l'azote sont dédiés aux pressurages vins blancs et des rosés. Ils protègent les moûts de l'oxydation car leur fonctionnement s'effectue sous inertage totale. Le principe est le suivant : lorsque la membrane se rétracte pendant les rebêches, une quantité d'azote sous forme de gaz est injecté et vient donc combler l'air ambiant à l'intérieur du pressoir. Ce processus garantie une quantité d'oxygène inférieure à 0,5 % dans le pressoir. Le gaz est recyclé dans une réserve souple qui permet d'assurer les transferts de gaz lors des montées en pression et des décompressions.

Deux **pressoirs verticaux** de 12hL de chez Bucher-Vaslin, pouvant contenir jusqu'à 1 200 kg, sont destinés au pressurage des marcs des vins rouges.

Le Château possède plusieurs pompes de différents types. Néanmoins, les **pompes péristaltiques** sont les pompes les plus utilisées pour toutes les étapes de manipulations du vin (remontage, écoulage, entonnage, transfert ...). La propriété n'en dénombre pas moins de 5 ce qui permet de pouvoir en disposer de 3 dans le cuvier principal et une dans chaque chai d'élevage. Deux **pompes à rotor** (une pour chaque pressoir vertical) sont utilisées pendant le pressurage des vins rouges pour transférer les vins de presses dans les cuves de réception. Une pompe à rotor supplémentaire est destinée au nettoyage des cuves. Enfin deux **pompes à piston** Francesca sont disponibles mais très rarement utilisées.

3. Les moyens humains

Le maître de chai, Yann Laudeho, et le directeur général, Fabien Teitgen, s'occupe de la gestion et de l'organisation des travaux de vinification et d'élevage des vins. Leur équipe est constitué de trois ouvriers permanents. Relativement restreinte mais performante et efficace notamment grâce à leur expérience, cette équipe se voit renforcée d'une dizaine de saisonniers et de stagiaires entre août et décembre pour pouvoir subvenir à la charge de travail accrue en cette période.

L'ensemble des décisions prises sont pilotées par les analyses du laboratoire mais également par des dégustations très fréquentes. Le maître de chai et le directeur général sont épaulés par les conseils extérieurs de Michel Rolland et Stéphane Derenoncourt, et ce chaque semaine.

Le directeur commercial, Ludovic Fradin, est le responsable de la commercialisation des vins.

II. Du vignoble à la cave

1. Préparation de la cave

La préparation du chai de vinification est une étape qui doit être effectuée avant les vendanges pour éviter les pertes de temps et gagner en efficacité. En effet, de nombreuses actions permettent d'anticiper et de mieux maîtriser les potentiels imprévus qui surviennent pendant cette période très chargée. Cette préparation s'effectue au cours du mois d'août.

Il faut tout d'abord s'assurer de reloger les vins dans la cuverie afin de pouvoir accueillir le nouveau millésime. La mise en bouteille des vins rouges pendant l'été permet de libérer suffisamment d'espace pour rentrer les raisins.

Tous les équipements et les machines notamment de la ligne de réception qui n'ont pas été utilisés depuis un an doivent être contrôlés pour s'assurer de leur bon fonctionnement. Des pièces de rechanges peuvent être commandées comme des fusibles pour prévenir de potentiels pannes pendant les vendanges qui retarderaient fortement le déroulement de la vinification.

Le système de régulation thermique des cuves est vérifié. Il faut contrôler le fonctionnement des sondes thermiques, celui des valeurs de consigné l'absence de fuite sur le réseau et le bon état de marche du logiciel de gestion.

Les stocks de produits œnologiques (levures, azote, soufre ...) sont réapprovisionnés et les DLUO des produits restants de l'année dernière sont vérifiées avant utilisation. Ainsi, il est possible de commander mes produits nécessaires et de se préparer correctement. Dans la même dynamique, les réserves de gaz d'inertage et de neige carbonique sont complétées.

L'état sanitaire de la cave doit être impeccable et cela passe par un nettoyage des cuves : détartrage à la soude, désinfection et rinçage abondant après l'emploi de produits chimiques. L'hygiène des contenants intermédiaires (seaux, bidons ...) et des tuyaux doit également être vérifiée. Il faut contrôler les joints des manches et des vannes pour éviter toute fuite.

2. Les contrôles de maturité et choix de la date de récolte

Les disparités entre les terroirs engendrent une multitude de facteurs qui influencent le développement du cycle de développement et donc la détermination de la date de récolte.

Le choix de la date de récolte est régi par le prélèvement de baies de raisin à partir de mi-août. Le protocole consiste à prélever 200 baies dans des placettes différentes afin d'obtenir un échantillon le plus homogène possible. Ainsi, il est nécessaire de veiller à prélever des baies sur différents cepes, différentes grappes et sur différentes faces (enseillées ou non). Par la suite, les baies sont pressées manuellement afin d'obtenir un moût analysé par l'œnoFoss du laboratoire du Château. Les résultats obtenus évaluent la maturité technologique des baies échantillonnées et donc le rapport sucres / acides. De plus, le TAV potentiel, l'acidité totale, les acides tartriques et maliques, le pH, l'azote assimilable sont des données utiles pour caractériser les capacités fermentescibles des moûts.

A ce protocole s'ajoute des dégustations de baies qui permettent d'apprécier plusieurs critères : la diminution du caractère végétal, l'arrêt du chargement en sucres, la texture des pépins, la présence d'arômes variétaux ... Cette maturité aromatique vient compléter les analyses de laboratoire et la maturité technologique. Ces dégustations de baies conduites par le directeur général, le chef de culture et le maître de chai, font parler l'expérience et le savoir-faire de ces techniciens qui connaissent le comportement du vignoble et les caractéristiques organoleptiques qu'ils recherchent.

Ainsi, l'ensemble de ces observations concourent à l'obtention d'une maturité la plus optimale possible maximisant la qualité des baies de raisin.

3. Les vendanges

Les vendanges sont effectuées par lots permettant de s'adapter aux différences de maturités dans les parcelles et de préserver l'identité du terroir. La précision est très élevée ce qui atteste et témoigne d'une grande rigueur.

Les vendanges sont manuelles dans des petites cagettes pour éviter tout phénomène de tassement des grappes et limiter la trituration. L'intégrité des raisins est donc préservée ce qui les protège de l'oxydation et des risques de contamination. Un premier tri manuel est réalisé par les vendangeurs à la vigne au moment de la récolte. Les consignes sont spécifiques et dépendant de l'état sanitaire des raisins. Leur application est en permanence contrôlée par des équipes responsables d'encadrer les vendangeurs. Des porteurs transportent les cagettes sur des palettes de 25 caisses disposées sur des tracteurs ou des remorques qui acheminent la vendange vers le chai de vinification.

Il est nécessaire de souligner le coût qu'implique des vendanges manuelles. Si elles sont en totale adéquation avec le type de produit élaboré au Château (qualité supérieure), tous les domaines viticoles ne peuvent pas l'envisager. De plus, d'un point de vue pratique, les vendanges manuelles ont tendances à complexifier la gestion du remplissage des cuves et du pressoir. L'expérience du terrain et les estimations de vendanges sont de véritables outils permettant de mieux maîtriser ces problématiques.

4. Les spécificités du millésime 2021

Le millésime 2021 très particulier, se caractérise par de nombreuses difficultés sur le plan climatique ce qui a fortement compliqué la gestion des vignobles. Tout d'abord, les épisodes de gel à répétition qui ont touché toute la France ont eu de nombreuses conséquences sur les vignes et notamment des baisses de rendements. Le mois d'avril très froid a fortement influencé l'ensemble du cycle de développement des vignes. Trois nuits ont particulièrement été destructives au Château Smith Haut Lafitte : celles de 6, 7 et 12 avril 2021. L'épisode de grêle de la nuit du 16 juin constitue un autre évènement extrême attestant de la particularité du millésime 2021 en termes de climat.

L'été 2021 a été inédit en Gironde. De la fin juin au début de juillet des précipitations sans précédent ont affecté le vignoble. Couplées à des températures fraîches, la nouaison a été fortement perturbée ce qui explique en partie le phénomène de coulure des grappes. De plus, l'humidité ambiante et les températures relativement faibles ont été propices au développement du mildiou en premier lieu sur la canopée puis sur les grappes. La pression cryptogamique d'une forte intensité a contribué à perturber davantage le cycle de développement de la vigne.

La fin du mois de juillet et le mois d'août ont été ponctués par des périodes relativement fraîches et pluvieuses ce qui a influencé les processus de véraison et de maturation. La vitesse de ces étapes a grandement été ralentie impliquant l'augmentation des risques de Botrytis cinerea.

L'ensemble des évènements climatiques de la saison 2021 sont à l'origine de spécificités climatiques dont les effets sur le développement de la vigne sont certains.

Au vu des informations présentées ci-dessus, il est donc compréhensible que les contrôles de maturité en 2021 aient particulièrement été compliqués. En effet, une véritable hétérogénéité de développement et donc de maturité a été constatée entre les parcelles du vignoble et même de manière intra-parcellaire. Ainsi, le choix de la date de récolte est d'autant plus difficile car des compromis sont nécessaires : remplissage des pressoirs, gestion des vendangeurs ...

Les vendanges en blancs ont débuté le 2 septembre 2021 et ont duré plus ou moins 2 semaines. Les vendanges en rouges ont commencé à partir du 21 septembre 2021 et il a fallu environ 4 semaines pour rentrer la totalité du raisin.

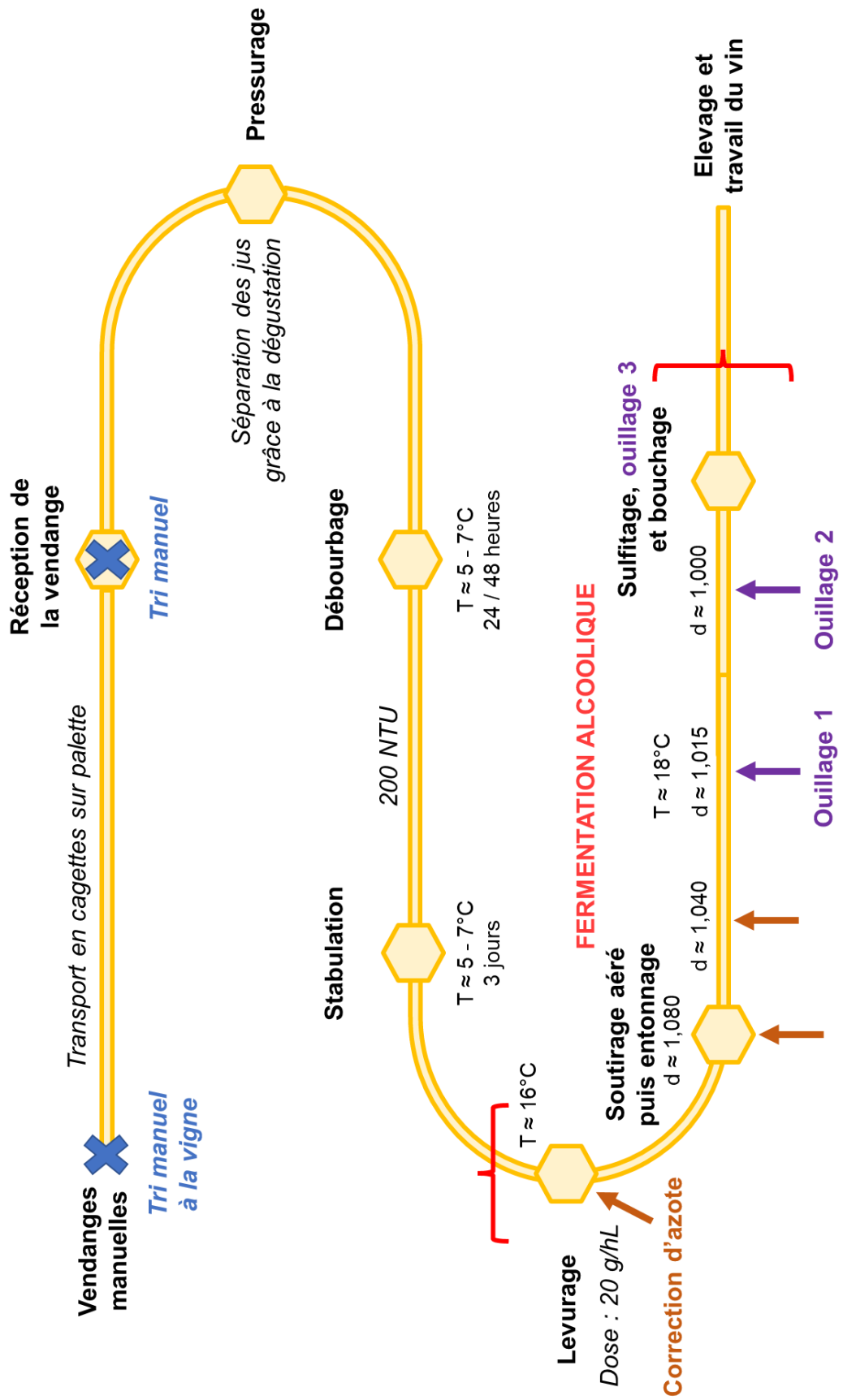


Figure 4. Schéma de l'itinéraire technique de vinification des vins blancs du Château Smith Haut Lafitte.

III. Vinifications des blancs

Le schéma de l'itinéraire technique de vinification des vins blancs est illustré en Figure 4. et résume les étapes ci-dessous plus amplement détaillées de la vendange à la fin de la fermentation alcoolique.

1. Réception et remplissage des pressoirs

La vendange est réceptionnée dès son arrivée au chai de vinification. De manière continue, les cagettes sont déversées sur une table de tri vibrantes où une équipe se charge d'un deuxième tri manuel afin de renforcer le tri à la vigne.

Les grappes sélectionnées sont acheminées jusqu'au pressoir pneumatique grâce à un convoyeur à bandes. Ainsi, la vendange entière est répartie délicatement sur toute la longueur du pressoir par un ouvrier pour faciliter son remplissage. La trituration est limitée au maximum. Pendant le remplissage, de la neige carbonique est réparti sur la vendange pour la protéger dans le pressoir. Ce dernier ouvert laisse s'échapper les premiers jus provenant de l'écrasement des grappes. Il est nécessaire de protéger ces jus chargés en arômes variétaux de l'oxydation grâce à l'ajout de 150 mL de SO₂.

Une presse correspond à un unique cépage soit un lot qui est associé à une parcelle ou une placette. La nécessité de la chambre froide se fait donc sentir car elle régule le remplissage des pressoirs afin de respecter la règle suivante : une presse / un lot. Cette organisation cadrée et efficace permet de réaliser jusqu'à cinq pressurages par jour. Les vendanges récoltées dans l'après-midi considérées comme trop chaudes sont entreposées toute la nuit dans la chambre froide. Le lendemain matin, elles sont traitées en premier dans les pressoirs ce qui permet de lancer les premiers pressurages indépendamment de la vitesse de ramassage des vendangeurs. Ainsi, lorsque les premiers tracteurs arrivent avec la vendange fraîche du jour, les presses sont terminées et les pressoirs peuvent accueillir les nouveaux raisins dès leurs arrivées.

Le gain de temps est considérable sans pour autant toucher à la qualité des raisins.

Pour plus de clarté, toutes ces opérations sont résumées dans la Figure 5.

2. Pressurage

Une fois le pressoir plein, l'étape du pressurage débute. Après s'être assuré d'avoir protégé les premiers jus de goutte et les grappes dans le pressoir pendant son remplissage grâce à la neige carbonique et l'ajout de SO₂, l'utilisation des pressoirs pneumatiques inerté à l'azote garantissent la sauvegarde d'une vendange saine pendant cette étape.

Les cycles de pressurage sont adaptés au cépage et donc à la taille des baies et l'épaisseur de leur pellicule.

Les jus obtenus pendant le pressurage sont séparés selon leur qualité grâce à l'évaluation de deux critères : le pH et la quantité de polyphénols oxydables. D'une part, l'augmentation du pH traduit une perte d'acidité, d'autre part l'augmentation en polyphénols oxydables par rapport à la quantité de polyphénols totaux traduit une plus forte sensibilité à l'oxydation. Ces données sont analysées à des séquences du cycle de pressurage précises. Une augmentation du pH de 0,3 à 0,4 et une augmentation de 500 unités des composés phénoliques dosés par la tablette Nomasens, indiquent une diminution de la qualité des jus de presses. Ce changement implique une séparation des jus en deux lots différents : un premier considéré comme le plus qualitatif et un second inférieur.

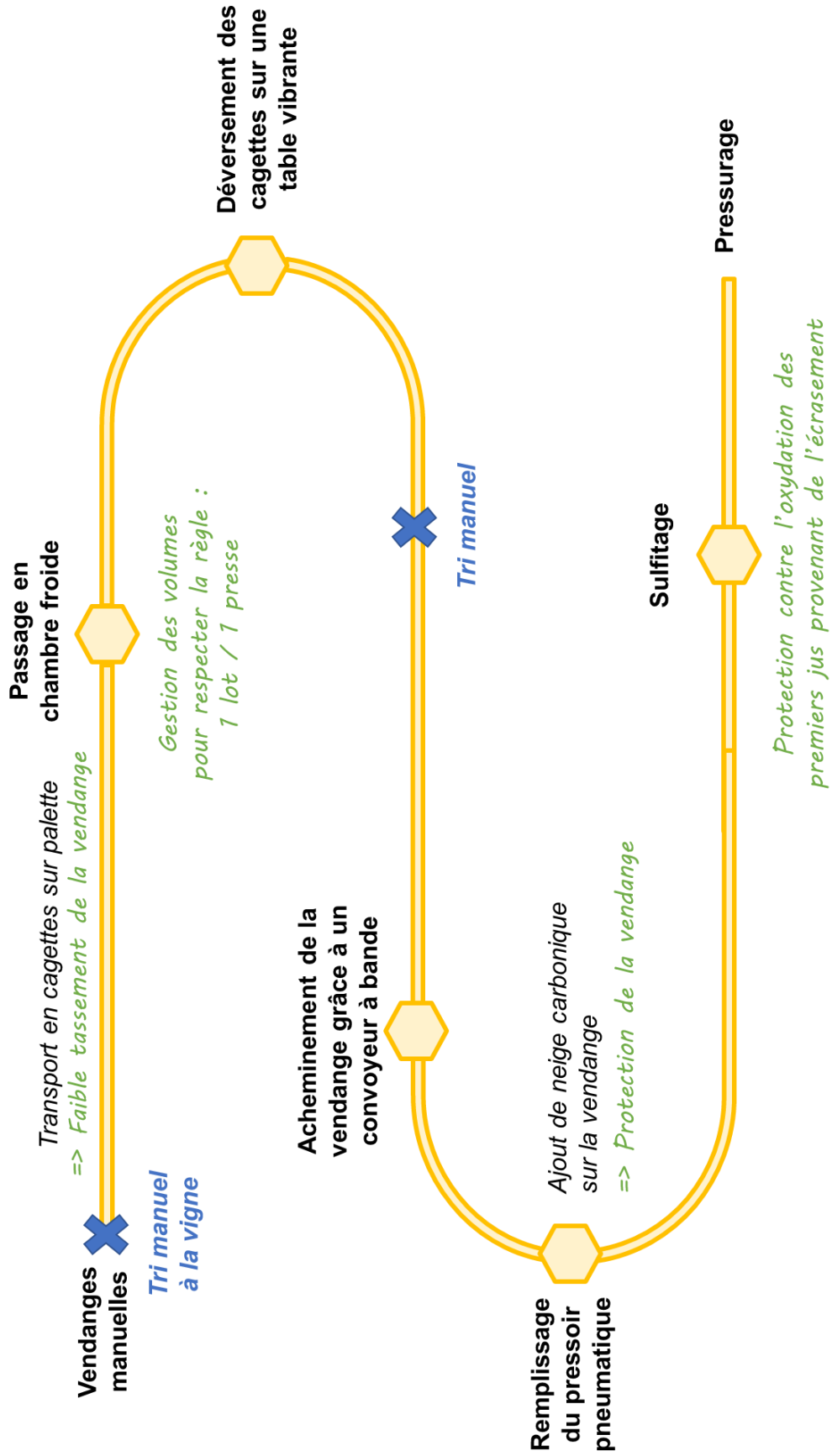


Figure 5. Description des étapes de réception des raisins blancs.

Ces deux indicateurs sont complétés par une dégustation des jus par le maître de chai ou le responsable du pressoir qui permet de confirmer les analyses. En effet, une attaque acide en déclin, une astringence marquée, une perception de caractères végétaux sont des indicateurs de la chute en qualité des jus.

L'ajout de SO₂ s'effectue tout au long du processus et la quantité est déterminée en fonction du volume de jus obtenu et de l'état sanitaire de la vendange initialement. L'objectif est de protéger de manière homogène en se stabilisant autour de 3 g/hL de SO₂.

Pour limiter le contact avec l'oxygène, les jus sont transférés du pressoir à la cuve inox grâce à une pompe connectée à l'azote et la cuve de réception du futur moût est également inertée avec de la glace carbonique.

Discussion :

Le pressurage des raisins blancs en grappes entières permet de limiter la trituration de la vendange et donc de diminuer les notes herbacées. Cependant, le programme de pressurage doit être optimisé pour extraire au maximum les composés d'intérêt et minimiser ceux ayant un impact néfaste. Les précurseurs d'arômes (comme les précurseurs de thiols, ici recherchés) contenus dans la pellicule, sont davantage extraits à de fortes pressions. Néanmoins, un pressurage à hautes pressions s'accompagne d'une extraction exacerbée des ions potassium et des polyphénols. Ainsi, un suivi en continu au cours du pressurage est nécessaire pour trouver la balance la plus optimale. La qualité des jus est conditionnée par un bon équilibre entre le potentiel aromatique et la quantité de polyphénols. Ici, le suivi du pH, de la quantité de polyphénols oxydables et les dégustations régulières permettent de piloter l'étape de pressurage et de séparer correctement les jus de presses.

3. Débourage

L'étape de débourage s'effectue à froid entre 5 et 7°C en ayant pour objectif une turbidité de 200 NTU. En effet, cette turbidité est primordiale étant donné les caractéristiques recherchées : un gras relativement important et une bonne expression d'arômes variétaux de thiols. Or, ces typicités sont idéalement obtenues, pour les produits visés, pour une turbidité aux alentours de 200 NTU afin de permettre une prise en gras suffisante et l'expression des arômes variétaux de thiols dont les précurseurs sont contenus dans les bourbes.

En pratique, le débourage s'effectue par une sédimentation naturelle des bourbes au fond de la cuve. Une fois la turbidité souhaitée atteinte, le moût clarifié est pompé et transféré dans une nouvelle cuve. Le pompage est immédiatement arrêté lorsque les bourbes sont aspirées. Elles sont donc laissées dans la cuve initiale.

Si la turbidité visée n'est pas atteinte après 24 / 48 heures, des enzymes pectolytiques sont utilisées à hauteur de 0,5 à 2 g/hL. La turbidité obtenue sera nettement plus faible que celle souhaitée mais réajustée postérieurement lors du premier soutirage précédent le début de la fermentation par l'incorporation de bourbes fines.

Dans l'objectif de continuer à protéger les jus de l'oxydation, il est important de préciser que cette étape de débourage et les différents transferts qui en résultent sont effectués avec des pompes connectées à l'azote et que les cuves de réception sont inertées avec de la glace carbonique.

Discussion :

Le débourage est une étape de clarification qui précède la fermentation alcoolique et son objectif principale est de préparer le moût à cette fermentation par diminution de la quantité de bourbe.

Cette opération améliore le profil organoleptique des vins avec des notes fruitées plus intenses. En effet, l'élimination des bourbes grossières diminue la quantité d'alcools supérieurs, de composés soufrés (arômes de choux, méthionol) et de composés en C6 (notes herbacées). De plus, la clarification diminue la flore microbienne des moûts et favorise la colonisation et l'implantation des levures en vue de la fermentation alcoolique.

Cependant, un débouillage trop poussé n'est pas recommandé car les bourbes sont indispensables au bon déroulement de la fermentation alcoolique. Les bourbes sont composées de l'ensemble des débris solides de pulpes, de reflex, de pépins, et autres déchets à l'issue de pressurage. Leur intérêt est grand car elles constituent une source de lipide pour les levures. Sans lipides les levures sont incapables de se multiplier car elles utilisent ces lipides pour confectionner leur membrane. Cette carence lipidique peut conduire à des arrêts de fermentation et potentiellement à des piqures acétiques si des sucres résiduels sont encore présents dans les moûts. De plus, les levures sont le support de la nucléation du CO₂ et donc diminue la quantité de CO₂ dissout dans le moût. La conséquence directe est une diminution de la toxicité du milieu pour les levures d'autant plus que les bourbes absorbent également d'autres molécules toxiques pour les levures.

Ici, l'objectif d'une turbidité de 200 NTU est un bon compromis pour ménager les multiples intérêts des bourbes tout en éliminant les bourbes les plus grossières. Le débouillage s'effectue à froid pour éviter tout départ en fermentation qui viendrait perturber la sédimentation des bourbes.

Le millésime 2021 a présenté plusieurs difficultés dont un développement de pourriture grise en fin de campagne sur les raisins blancs. Or, des difficultés de débouillages peuvent être induites par la présence de *Botrytis cinerea* (à cause de la β-D-glucane). L'importance du tri se fait une nouvelle fois ressentir et c'est pourquoi, un tri rigoureux à la vigne doublé d'un tri à la réception sont mis en place.

4. Fermentation alcoolique et entonnage

A la suite de l'étape de débouillage, une stabulation à froid de trois jours à 5 / 7 °C a lieu pour libérer les précurseurs de thiols.

La température du moût est progressivement montée à 16°C pour le préparer à l'étape de levurage.

Après réhydratation et mise à la même température que la cuve, les levures sont inoculées dans la cuve concernée à une concentration de 20 g/hL. La souche utilisée dépend de la concentration en sucres des moûts et donc son degré alcoolique final potentiel et de la volonté du maître de chai en fonction du millésime.

Si le moût présente une carence en azote assimilable, c'est-à-dire une quantité inférieure à 150 mg/L, une correction est alors effectuée afin d'atteindre cette valeur au moment du levurage (Cf partie sur la gestion et l'ajout d'azote).

Lorsque la densité avoisine 1,080 les moûts en fermentation sont transférés en barriques afin d'y achever la fermentation alcoolique.

Au moment de l'entonnage, les moûts sont oxygénés pour provoquer un dégazage en CO₂ et augmenter la quantité d'oxygène dissout dans les moûts. De l'azote minéral est également ajouté à cette étape (Cf partie sur la gestion et l'ajout d'azote).

La température du chai à barriques de blanc est maintenue à 18°C favorable à la poursuite de la fermentation alcoolique. Lors de l'entonnage, les barriques sont remplies à hauteur de 75 % de leur capacité maximale afin d'éviter tout débordement. Le dégagement de CO₂ protège le vin de l'oxydation. La chute de volume de vin dans les barriques et le ralentissement de la fermentation imposent deux ouillages environ à 1,015 et à 1,000 pour combler l'espace libre.

Les barriques sont bâtonnées juste avant d'être ouillées afin de remettre en suspension les lies.

Quand la quantité de sucres est inférieure à 2 g/L, un troisième ouillage est réalisé pour compléter la barrique entièrement. Des essais de sulfitage sont effectués et s'ils s'avèrent satisfaisants à la dégustation (absence de marqueurs de la réduction), les barriques sont sulfitées à 5 g/hL. La fermentation malolactique n'est pas recherchée ici.

Discussion :

La fermentation alcoolique repose sur la transformation du moût en vin dont l'objectif est la consommation totale des sucres. Le maître de chai dispose de trois leviers d'action pour piloter le profil aromatique fermentaire du vin : la composition du moût, la souche de levure utilisée et la conduite du processus de fermentation.

La composition du moût est déterminée par les opérations pré-fermentaires. Ici, la stabulation des bourbes à froid met en contact le moût et les bourbes ce qui favorise l'extraction notamment des précurseurs de thiols. En effet, l'impact est fort sur les teneurs en thiols variétaux ce qui correspond avec le cépage utilisé (Sauvignon blanc) et la volonté du maître de chai d'explorer ces arômes variétaux reflet du terroir.

L'emploi de levures du commerce permet de moduler la fermentation car chaque souche de levure a des caractéristiques fermentaires propres (tolérance en sucres, ethanol ...). La souche de levure est un véritable outil technologique pour le maître de chai qui pilote la révélation des arômes fermentaires. Les levures présentent des aptitudes à révéler des vins fruités (par le biais des arômes fermentaires avec notamment les esters ou des arômes variétaux) et des aptitudes à minimiser la production de composés indésirables (métabolisme soufré de la levure). Ainsi, l'utilisation de levures du commerce permet de savoir avec exactitude quelle souche a colonisé le milieu et réalise la fermentation alcoolique. Ici, le maître de chai décide des souches utilisées en fonction des millésimes, des objectifs à atteindre et des produits qu'il souhaite élaborer.

La conduite de la fermentation repose sur trois axes différents : les contenants utilisés, la température, et l'oxygénation du moût.

Le Château utilise des cuves inox en tout début de fermentation puis des barriques en chênes pour la fermentation alcoolique des vins blancs. L'emploi de cuve inox pour les opérations pré-fermentaires, le débourage et le levurage permet d'un point de vue pratique de réaliser toutes ces étapes sans difficulté car il est plus aisé de maîtriser ces procédés (transfert de vin, ajout des levures, ajout de l'azote ...) et notamment la température. En effet, lors de ces étapes, la température doit être contrôlée avec précision car elle conditionne la réussite du débourage à froid et de la stabulation également à froid. Tout départ en fermentation n'est pas souhaité pour ne pas perturber le déroulement de ces opérations. De plus, la réussite du levurage passe aussi par une gestion rigoureuse de la température du moût dans la cuve. Le système de chauffe des cuves inox performant permet de gérer correctement les températures et les procédés. L'utilisation de barriques en bois pour la fermentation des vins blancs présentent plusieurs avantages. Il est possible de jouer sur les proportions de barriques neuves et de barriques ayant déjà contenues un vin pour produire des vins avec des styles différents d'un millésime à l'autre. En effet, les barriques ayant déjà contenues un vin dégagent moins de composés que les barriques neuves. Le bois est un allié de la stabilisation de la couleur des vins. Les levures consomment certains composés relargués par le bois ce qui permet de moins marquer les vins en composés caractéristiques du bois (exemple : la vanilline est transformée en alcool vanillique presque inodore). Ainsi, l'apport aromatique est plus fin, plus élégant et plus subtil ce qui est recherché dans l'élaboration des vins blancs du Château. Cependant, la vinification en barriques impose une vinification dans des petits contenants ce qui multiplie les suivis fermentaires et les contrôles.

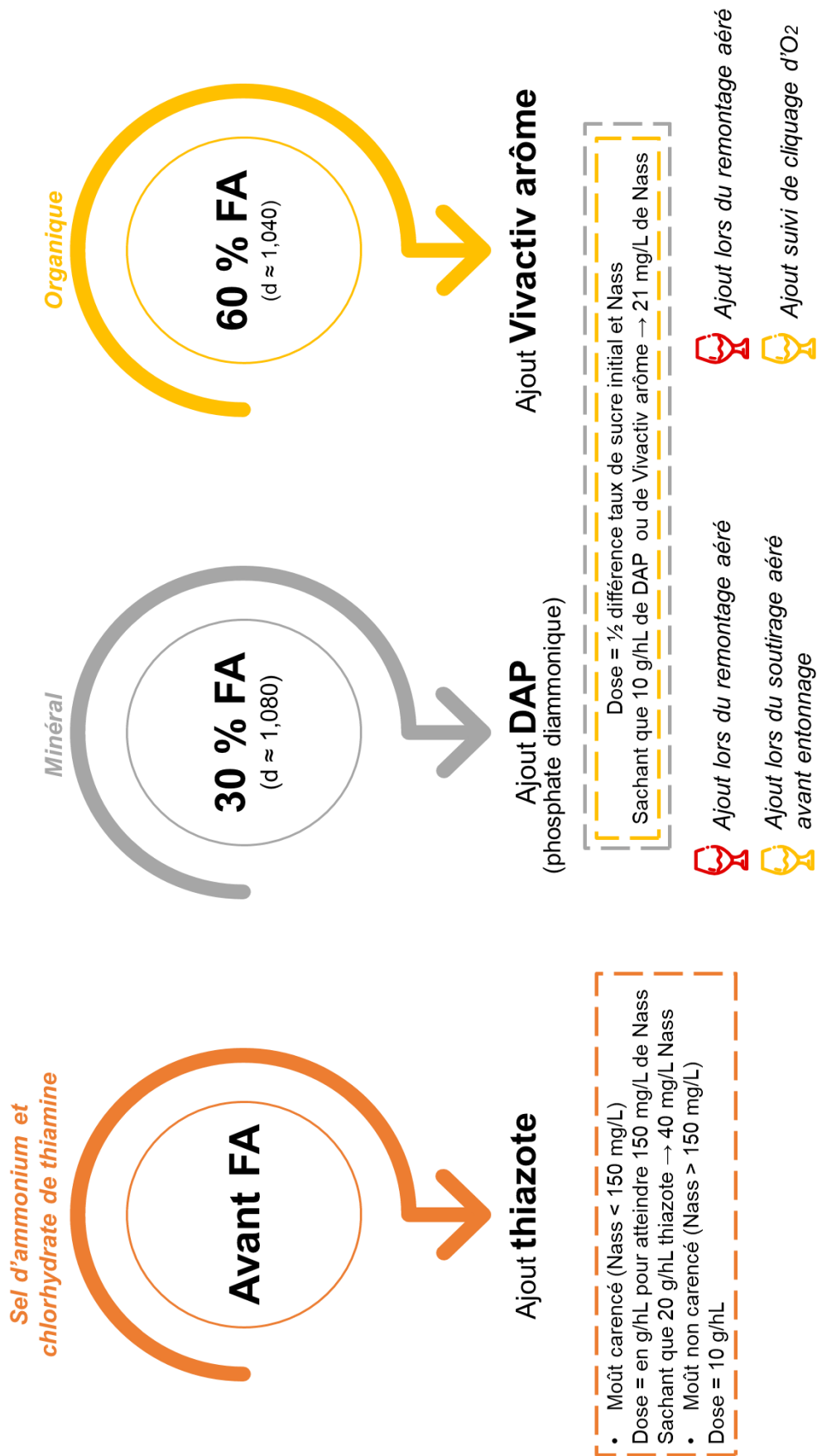


Figure 6. Programme de gestion de l'azote pour les vins blancs et pour les vins rouges.

Une grande rigueur est nécessaire pour maîtriser à la perfection les processus d'autant plus que des hétérogénéités entre les barriques se développent peu à peu. En cas de difficulté, la rapidité d'action doit être irréprochable pour éviter toute conséquence dramatique.

La gestion de la température est d'une importance capitale dans le pilotage de la fermentation alcoolique. Elle influence directement la cinétique. Des températures trop basses conduisent à ralentir l'activité des levures et des températures trop hautes implique une perte des composés aromatiques volatils voire la mort des levures dans des cas plus extrêmes. C'est pourquoi, le maintien de la température à 18°C dans le chai de blanc permet d'avoir des barriques entre 20 et 22°C au plus fort de la fermentation. La cinétique fermentaire et donc le déroulement de la fermentation ne sont pas perturbés. Cependant, il est important de souligner qu'il est difficile d'obtenir une température bien homogène dans l'ensemble du chai. Ainsi, des barriques peuvent être plus avancées ou en retard ce qui crée des hétérogénéités entre les lots et entre les barriques. Le contrôle de la température est donc primordial pour s'assurer du bon déroulement de la fermentation et parer rapidement à toute difficulté si elle venait à se présenter. Les suivis de fermentations alcooliques sont détaillés plus amplement dans la suite de ce mémoire.

L'oxygénation est nécessaire pour assurer la survie des levures et donc leur croissance. En milieu anaérobie, les levures sont incapables de continuer leur activité métabolique et leur multiplication. C'est pourquoi, lors de l'entonnage (densité proche de 1,080), une aération des moûts est pratiquée pour stimuler les levures qui sont en pleine expansion. Cette oxygénation leur procure une meilleure survie et favorise la consommation des sucres. Pour les mêmes raisons, l'ajout d'azote organique à 60 % d'achèvement de la fermentation est corrélé à un cliquage d'O₂. Ce dernier permet de s'assurer à ce moment-là, que les levures disposent de tous les éléments nécessaires (azote et oxygène) pour achever la fermentation alcoolique sans encombre. L'oxygénation lorsqu'elle est maîtrisée est un allié de la fermentation. Néanmoins, elle doit être contrôlée avec efficacité pour éviter toute dérive. C'est pourquoi, plusieurs ouillages sont réalisés au cours de la fermentation lorsque l'activité fermentaire diminue et que le dégagement en CO₂ décroît également. Ces ouillages permettent de diminuer peu à peu l'espace de vide occupé par l'air à l'intérieur des barriques et réduisent les risques d'oxydation. Ils sont précédés de bâtonnages qui participent à l'oxygénation des moûts pendant la fermentation alcoolique.

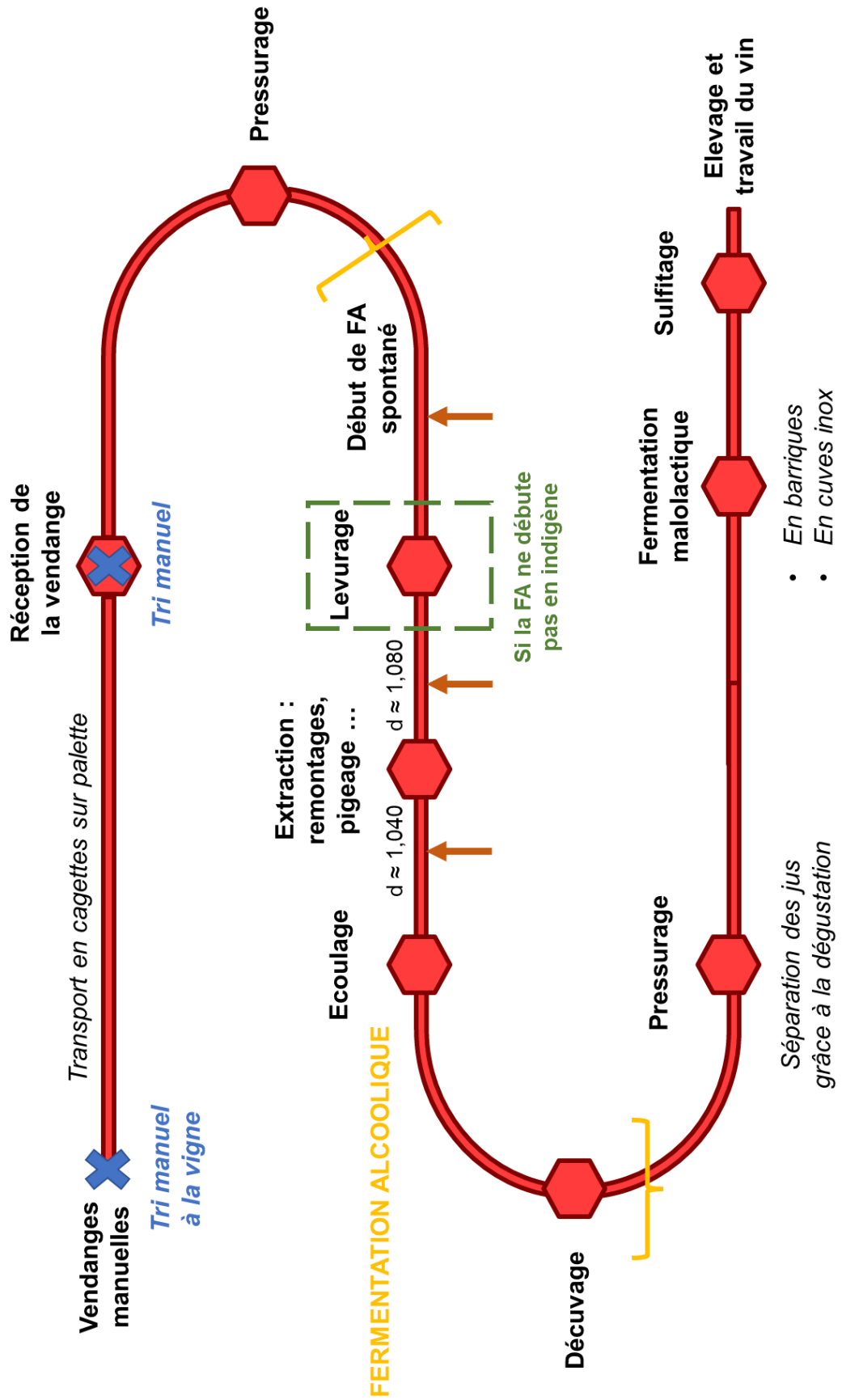
Les départs en fermentation malolactique sont évités par le sulfitage des barriques à l'issue de la fermentation alcoolique. En effet, elle n'est pas recherchée ici car les produits souhaités ont pour spécificités d'être des vins vifs et frais.

5. Gestion et ajout d'azote

La Figure 6. résume les différentes opérations qui consiste à rééquilibrer la balance azotée des moûts.

Au moment du levurage avant de débiter la fermentation alcoolique, un apport d'azote est effectué pour s'assurer que la multiplication cellulaire des levures se déroule sans encombre. En effet, si un moût est carencé en azote assimilable des risques de ralentissement de fermentation voire de fermentation languissante peuvent survenir. C'est pourquoi, si la quantité en azote assimilable est inférieure à 150 mg/L dans le moût du thiazote est incorporé. La correction est de telle sorte à ce que la valeur seuil de 150 mg/L soit atteinte sachant que 20 g/hL de thiazote correspond à 41 mg/L d'azoté assimilable. Le thiazote permet d'apporter des sels d'ammonium et du chlorhydrate de thiamine (vitamine B1) afin de favoriser la multiplication de la population levurienne tout en assurant sa viabilité. Si le moût n'est pas carencé, 10 g/hL de thiazote sont tout de même ajouté dans le moût.

À l'entonnage, c'est-à-dire lorsque la densité est proche de 1,080, de l'azote minéral est ajouté sous forme de DAP (phosphate d'ammoniaque). Le DAP est un nutriment minéral qui active la croissance des levures durant la fermentation alcoolique.



- En barriques
- En cuves inox

Figure 7. Schéma de l'itinéraire technique de vinification des vins rouges du Château Smith Haut Lafitte.

La dose utilisée est déterminée de la manière suivante : différence de la concentration en sucres initiale et de la quantité d'azote assimilable divisée par deux sachant que 20 g/hL correspond à 42 mg/L d'azote assimilable.

Enfin, de l'azote organique est également apportée grâce à l'emploi de Vivactiv arôme lorsque 60 % de la fermentation alcoolique est effectuée. La quantité utilisée est définie de la même façon que la quantité de DAP. Pour les vins blancs cet ajout s'effectue directement dans les barriques suivis d'un cliquage d'O₂ pendant 30 s à 1 bar par barrique. L'objectif de ce produit est double : l'apport d'azote organique qui permet de maîtriser la fermentation alcoolique mais il permet aussi de favoriser la production des arômes par les levures (et notamment l'entrée des précurseurs de thiols dans les levures).

Discussion :

La gestion de la balance azotée est primordiale car elle influence la composition du moût et permet de réduire le risque de fermentations languissantes. En effet, si les levures manquent d'azote, leur métabolisme fonctionne moins bien et leur croissance est limitée. La cinétique fermentaire est fonction de la teneur en azote assimilable. Si la concentration en azote assimilable est suffisante les cinétiques sont rapides et franches ce qui favorise la production de vins fruités et frais. Un moût est considéré comme carencé lorsque sa teneur en azote assimilable est inférieure à 140 mg/L pour un vin à 12 degrés (+30 mg/L pour une augmentation d'un degré). En général, les corrections sont effectuées de telle sorte à ce que la teneur en azote assimilable atteigne entre 180 et 200 mg/L. Ici, le Château effectue les corrections pour une teneur en-dessous de 150 mg/L et raisonne l'apport d'azote organique pour atteindre cette valeur seuil. L'apport d'azote est fractionné en trois ajouts différents : un au début de la fermentation, un au moment de l'entonnage (densité proche de 1,080 c'est-à-dire à peu près à un tiers de la fermentation) et un lorsque la fermentation alcoolique est achevée à 60 %.

Un ajout d'azote assimilable trop important en début de fermentation déséquilibre davantage la balance azotée car les levures se multiplient très rapidement ce qui accroît leur mortalité car la population levurienne explose. Il est plus judicieux d'effectuer un apport d'azote au tiers de la fermentation afin que la ressource en azote soit utilisée et convertie pour la fermentation et non pour la multiplication cellulaire. Le protocole du Château de rééquilibrage de la balance azotée favorise la multiplication cellulaire et la fermentation alcoolique. En effet, les multiples apports permettent de rééquilibrer la balance azotée sans trop la perturber et de fournir de l'azote pour le métabolisme fermentaire des levures. Néanmoins, la légère correction d'azote en début de fermentation alcoolique ne semble pas d'une nécessité indispensable. Elle participe à favoriser la multiplication des levures et donc leur bonne implantation dans le milieu mais représente un risque en pouvant provoquer l'effet inverse et en déséquilibrant davantage le milieu. Cet ajout systématique pourrait d'autant plus être raisonné et supprimé des lots dont la teneur en azote assimilable est déjà de 150 mg/L.

IV. Vinifications des rouges

Le schéma de l'itinéraire technique de vinification des vins rouges est illustré en Figure 7. et résume les étapes ci-dessous plus amplement détaillées de la vendange à la fin de la fermentation malolactique.

1. Réception et encuvage

De la même façon que pour les vins blancs, la vendange est réceptionnée dès son arrivée au chai de vinification.

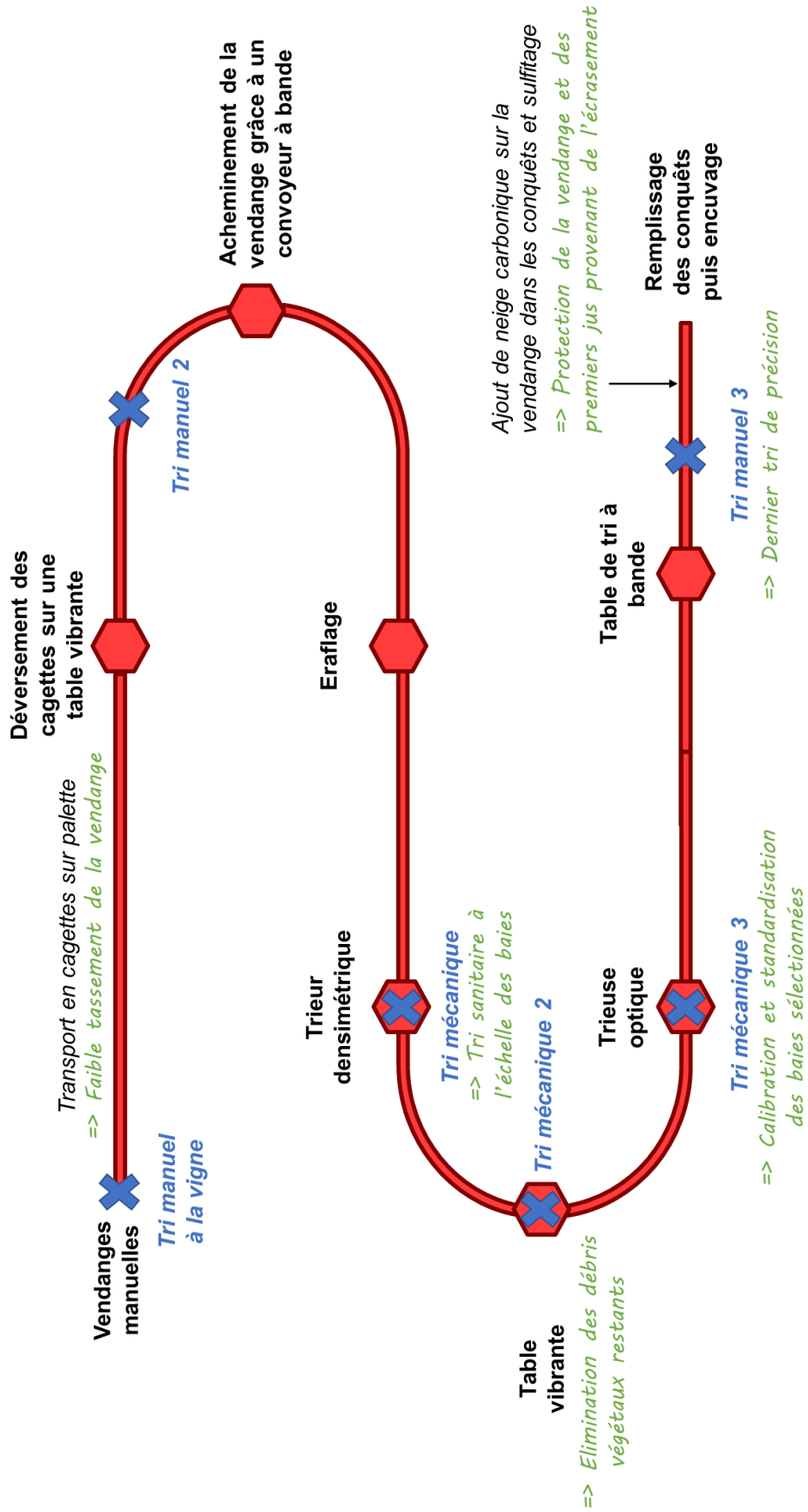


Figure 8. Description des étapes de réception des raisins rouges.

De manière continue, les cagettes sont déversées sur une table de tri vibrantes où une équipe se charge d'un deuxième tri manuel afin de renforcer le tri à la vigne.

Les grappes sélectionnées sont acheminées jusqu'à l'érafloir grâce à un convoyeur à bandes. Les spécificités du millésime 2021 ont contraint le Château à changer leur chaîne de réception pour faire face à une vendange dont l'état sanitaire était moins irréprochable qu'à l'accoutumé. En effet, pour améliorer le tri des raisins un trieur densimétrique a été ajouté à la suite de l'érafloir.

Les baies triées et considérées comme sanitaires correctes sont dirigées sur une table vibrante dont l'objectif est d'éliminer les débris végétaux qui aurait pu échapper aux précédents tris.

Puis, un tri optique très sélectif permet de calibrer et de sélectionner uniquement les baies désirées.

Enfin, un dernier tri manuel est réalisé par trois à quatre personnes. Il a pour objectif d'être précis et d'éliminer les derniers déchets et / ou baies non conformes.

Ainsi, la chaîne de réception effectue cinq tris différents qui viennent s'ajouter à celui de la vigne. Cet enchaînement d'étape permet d'obtenir une qualité de vendange exceptionnel et en total accord avec les objectifs de production et la politique du Château.

A la suite de la chaîne de réception, un conquêt de réception de 3 hL accueille les baies de raisin entières. Ce conquêt est inerté avec de la glace carbonique et les baies sont protégées de l'oxydation par ajout de 3 g/hL de SO₂. Une fois plein, il est amené à la cuve de réception inerté. Un chariot élévateur se charge de le positionner au-dessus de la cuve afin de déverser les baies dans la cuve seulement par gravité grâce à l'ouverture d'une trappe. Ainsi, l'encuvage est 100 % gravitaire et l'absence de pompe à marc est un moyen de préserver l'intégrité des baies de raisin en limitant la trituration. Les cuves sont remplies à hauteur de 75 % par rapport à leur capacité maximale. Lors du remplissage, la vendange est répartie manuellement dans la cuve grâce à une fourche.

La température de la cuve est réglée sur 14°C ce qui entraîne une macération à froid pendant environ quatre à cinq jours.

Pour plus de clarté, toutes ces opérations sont résumées dans la Figure 8.

Discussion :

Le tri des grappes et des baies est encore plus poussé pour les vinifications en rouge. Au total pas moins de 6 étapes de tri différentes se succèdent et permette d'enfumer uniquement les baies de raisins saines et les plus qualitatives. Cette ligne de réception respecte l'intégrité des baies en limitant leur trituration. En effet, la trieuse optique positionnée en avant dernière étape sur la ligne de réception nécessite des baies entières pour trier efficacement le raisin. C'est pourquoi, l'érafloir et toutes les machines de la ligne de réception doivent être suffisamment doux pour qu'à leur sortie les baies soient entières.

L'éraflage présente plusieurs intérêts dont celui de diminuer le volume de cuverie. De plus, encuver en vendange entière implique un dégagement de potassium provenant des rafles et donc une perte d'acidité. La suppression des rafles permet de s'affranchir de cette difficulté. De plus, des notes herbacées très fortes peuvent être extraites des rafles lors de la macération et du pressurage. La production de ces arômes n'est pas recherchée et l'élimination des rafles est une solution pour diminuer ces notes dans le vin.

Les baies sont encuvées sans être foulées. Leur intégrité est conservée jusqu'au moment de l'encuvage. L'absence de foulage permet d'éviter les risques de trop pousser cette opération et donc d'extraire des tanins non qualitatifs.

L'ajout de SO₂ à chaque conquêt de réception permet d'apporter du soufre de la manière la plus continue possible pour une protection optimale. Cet ajout suffit pour bloquer le départ en fermentation malolactique.

Tableau 5. Protocole d'extraction mis en place au Château Smith Haut Lafitte.

Densité	Température	Remontage quotidien	Pigeage manuel quotidien	Objectifs
1105 - 1080	22°C	2 RF 10 mins 120 hL/h		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Limiter un départ rapide en FA ✓ Homogénéisation ✓ Débuter l'extraction
1080 - 1020	22 - 26 °C	1 RA 15 mins 120 hL/h	3 à 4	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Apporter de l'oxygène aux levures ✓ Intensifier et favoriser l'extraction
1020 - 1000	24 - 28 °C	2 RF 10 mins 60 hL /h	Arrêt car déstructuration du chapeau de marc	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Terminer la FA ✓ Consommer la totalité des sucres ✓ Terminer l'extraction ✓ Eviter l'oxydation
1000 - sucres résiduels < 2g/L	24 - 28 °C	2 RF 5 mins 60 hL /h		<ul style="list-style-type: none"> ✓ IDEM
Jusqu'à l'écoulage	28 °C	Mouillage du chapeau de marc 2 mins 60 hL/h Inertage CO2		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Eviter le dessèchement du chapeau et la moisissure ✓ Vigilant vis-à-vis de la piqûre acétique

L'ensemble des étapes de la réception et de l'encuvage s'effectuent exclusivement de manière gravitaire sans pompe à marc ce qui permet de respecter toute la finesse et la qualité de la vendange.

La macération à froid (14°C), pendant environ quatre à cinq jours, favorise l'extraction des composés de la phase solide sans que la fermentation alcoolique ne débute grâce à un contrôle de la température. En début de vinification, les anthocyanes sont d'avantages extraites.

2. Fermentation alcoolique, extraction et fin de cuvaison

Après l'étape de macération pré-fermentaire à froid, la température de la cuve est montée à environ 20°C. Les cuves sont levurées uniquement si elles ne parviennent pas à démarrer leur fermentation alcoolique avec les levures indigènes du chai. Dans ce cas, des levures commerciales sont ajoutée en respectant la proportion de 20 g/hL et une homogénéisation a lieu grâce à un remontage.

Si le moût présente une carence en azote assimilable, c'est-à-dire une quantité inférieure à 150 mg/L, une correction est alors effectuée afin d'atteindre cette valeur. La gestion de l'azote organique et minérale pour les vins rouges est similaire à celle présentée précédemment pour les vins blancs (Figure 8. précédemment expliquée).

Un protocole précis est élaboré par le maître de chai afin d'optimiser les processus d'extraction en fonction des lots, du millésime et des spécificités de chaque cuvaison. Ainsi, avec l'aide du directeur général, des objectifs sont définis chaque année pour déterminer les grands axes du travail d'extraction de l'année (nombre de jours d'extraction et de macération, nombre de manipulations total par jour, nombre de pigeages au plus fort de l'extraction ...). De plus, les programmes sont susceptibles de changer car ils sont raisonnés par le comportement des cuves, la dégustation, les cinétiques de fermentation ... Cependant, des généralités sont plus ou moins suivies et sont présentées dans le Tableau 5. Ainsi et de manière générale, une opération (remontage ou piégeage) est pratiquée toutes les trois heures sur chaque cuve afin de permettre au chapeau de marc de se reformer.

Une fois la fermentation alcoolique achevée (sucres résiduels < 2g/L), une macération post-fermentaire à chaud (28°C) est réalisée jusqu'à l'écoulage. Elle a pour objectif la stabilisation des tannins et d'achever l'extraction de manière générale. En pratique, elle consiste à mouiller le marc flottant sans mouvoir de gros volume de vin pour prévenir des phénomènes d'oxydation. C'est pourquoi, l'inertage au CO₂ est nécessaire et systématique à chaque mouillage. Il est très important de rester attentif au risque de piqûre acétique. Cette macération post-fermentaire à chaud termine l'étape de cuvaison. Elle est majoritairement pilotée par la dégustation et l'expérience du maître de chai. Le temps de cuvaison dépend du millésime et des objectifs de production qui en découle mais généralement la durée de cuvaison est d'environ 25 jours.

Discussion :

De la même manière que la fermentation alcoolique des vins blancs, la fermentation des rouges a pour objectifs la consommation totale des sucres et l'élaboration du profil aromatique des vins.

À la différence de la vinification en blancs, les moûts rouges ne sont pas systématiquement levurés. L'utilisation de levures indigènes se caractérise par plusieurs avantages. Tout d'abord, elles apportent une certaine complexité au vin par la diversité des souches présentes dans le moût.

Elles forment un bouquet levurien inédit qui donne un vin unique pour chaque cuve et fermentation. Elles donnent la signature aromatique du terroir au vin et révèlent les origines naturelles du vin comme le climat et le millésime. L'emploi de levures indigènes implique une cinétique fermentaire plus longue avec des vins plus doux ce qui peut contre balancer la puissance des cépages utilisés afin d'équilibrer davantage le vin. Néanmoins, la diversité des levures rend plus difficile la maîtrise de la fermentation lors de l'utilisation de levures indigènes. C'est pourquoi, l'hygiène de la cave doit être irréprochable et l'état sanitaire de la vendange impeccable pour éviter la production de goûts non désirés entraînant des défauts dans le vin. Dans le cas de difficulté, le Château se réserve le droit d'utiliser des levures sélectionnées pour contrôler avec précision la fermentation lorsqu'elle a du mal à démarrer par exemple.

La conduite de la fermentation repose sur trois axes différents avec lesquels le maître de chai peut jouer : les contenants utilisés, la température, et l'oxygénation du moût.

La fermentation alcoolique des vins rouges est réalisée en cuve inox ou en cuve bois. Les lots issus des parcelles les plus prestigieuses et dont la qualité est supérieure sont encuvés dans les plus petits contenants du cuvier qui sont des cuves bois de 70 hL. Cependant, pour le reste des lots, l'encuvage en cuve inox ou en cuve bois s'effectue en fonction de la quantité de vendange et de la taille de la cuve appropriée pour optimiser l'es gestion de l'espace dans le cuvier.

La maîtrise de la température est une nécessité tout au long de la fermentation pour s'assurer de son bon déroulement. C'est pourquoi elle est suivie avec attention (relevée à chaque mouvement de vin). L'utilisation des cuves comme contenant de vinification permet d'utiliser le système de refroidissement des cuves et ainsi de chauffer ou refroidir les cuves au besoin. Ici, une température de consigne de 20°C permet d'amorcer la fermentation alcoolique. Une fois initiée, la gestion de la température permet de soutenir les variations de températures dans la cuve. Ainsi, la température va monter peu à peu naturellement dans la cuve et une valeur de consigne inférieure permet de s'assurer du maintien de la température et d'éviter les baisses. L'objectif est d'aider la cuve et d'accompagner son comportement naturel sans véritablement la chauffer. Cependant, une valeur haute est définie (28°C) pour que la cuve ne dépasse pas cette température afin de mettre en place un bon compromis entre cinétique fermentaire et extraction des composés phénoliques. À la fin de la fermentation la température est maintenue à 28°C pour une macération post-fermentaire à chaud.

Le pilotage de la fermentation alcoolique en rouge repose principalement sur la gestion de l'aération et de l'extraction des composés intéressants contenus dans le chapeau de marc. Comme exposé précédemment, l'extraction repose sur la pratique de remontages et de piégeages.

Les remontages présentent plusieurs avantages. Ils permettent une bonne homogénéisation de la cuve et donc de la population levurienne. S'ils sont effectués de manière aérée, un dégazage du CO₂ dissous a lieu et le milieu se voit enrichi en oxygène. Cette oxygénation permet d'éliminer les odeurs de réduct qui peuvent apparaître au cours de la fermentation. De plus, cet apport d'oxygène contribue à la stabilisation de la couleur et l'assouplissement des tanins en favorisant la formation de liaisons tanin-anthocyanes et la polymérisation des tanins. En effet, plus le degré de la polymérisation est élevé, plus la dureté des tanins a tendance à diminuer. En pratique, le remontage consiste à tirer du moût en bas de la cuve et à le renvoyer en haut de la cuve en arrosant le chapeau de marc grâce à l'utilisation d'une pompe. Ici, les remontages s'effectuent manuellement afin d'arroser l'entièreté du chapeau sans tracer de chemin préférentiel comme un outil automatique pourrait le faire. Lorsqu'il est aéré, le moût est déversé dans un bac ouvert en bas de la cuve puis pompé pour être envoyé en haut de la cuve. Ce circuit, certes ouvert, est réalisé en continu pendant tout le temps de l'opération. La vanne utilisée en bas de la cuve est la vanne de remontage car une crépine est disposée à l'intérieure de la cuve devant cette vanne. Cette grille, particulièrement utile lorsque le chapeau de marc n'est pas encore bien formé, permet de filtrer le moût et de laisser passer uniquement la partie liquide en retenant les pépins et les baies écrasées.

Le maître de chai décide de la durée de l'opération en fonction du volume de moût qu'il souhaite remonter. En effet, les consignes sont transmises aux ouvriers de telle sorte à ce que les vitesses des pompes soient réglées sur 60 hL/h (V1) ou 120 hL/h (V2).

En complément de ces remontages, des pigeages manuels sont pratiqués pendant le processus d'extraction. En pratique, les ouvriers utilisent des pigeaux manuels pour immerger par pression le chapeau de marc. Les pigeages sont effectués au milieu de la fermentation pour plusieurs raisons : d'une part, pour une raison technique puisque les cuves sont impossibles à piger lorsque le chapeau de marc ne s'est pas encore correctement formé au début de la fermentation et d'autre part, pour réaliser une extraction plus violente que le remontage au cœur de la fermentation afin de favoriser et d'amplifier l'extraction.

Ainsi, c'est pour l'ensemble de ces raisons mentionnées que le Château organise un programme d'extraction fondé sur des remontages en début de fermentation, puis (en-dessous de 1,080 de densité) des pigeages accompagnés d'un remontage aéré par jour et conclut (en-dessous de 1,030 de densité) par des remontages fermés en fin de fermentation.

La macération post-fermentaire à 28°C permet d'ajuster et d'achever l'extraction des composés phénoliques nécessaires à la structuration du vin et à son vieillissement. En effet, les tanins sont d'avantages extraits en fin de vinification car un certain degré d'alcool est nécessaire (l'éthanol solubilise les tanins et les protège). La température relativement élevée de cette macération favorise la dissolution des composés dans le vin. La qualité sanitaire de la vendange est déterminante pour le bon déroulement de cette opération. Les multiples tris tout au long de la réception des raisins rouges sont une nécessité pour s'assurer d'aucune déviance pendant la vinification. Le Château met un point d'honneur à ce que la qualité des raisins encuvés soit à son maximum pour exploiter les meilleurs aspects de la matière première. Ainsi, les moyens employés, le matériel et le terroir sont de véritables atouts qui rendent possible une extraction aboutie même pour les millésimes les plus compliqués comme en 2021.

La durée de cuvaison est un paramètre important qui influence l'extraction et la dissolution des anthocyanes, des tanins, des polysaccharides, des sucres, des arômes et des précurseurs d'arômes. Grâce à l'ensemble des processus mis en place et présentés ci-dessus (macérations, remontages, pigeages), 50 à 70 % des anthocyanes et 20 à 30 % des tanins pelliculaires peuvent être extraits.

3. Ecoulage, décuvage et pressurage du marc

Les étapes d'écoulage, décuvage de la cuve et de pressurage du marc sont déclenchées lorsque la macération post-fermentaire à chaud ne présente plus d'intérêt. Les jus de goutte représentent 80 % du volume de la cuve et le marc 20 %. Le pressurage permet d'extraire la moitié de ce volume tandis que l'autre moitié constitue les déchets.

L'écoulage consiste à transférer le vin de goutte dans une cuve de transfert avant qu'il ne soit entonné. Deux possibilités sont envisageables : le vin est entonné très peu de temps après ce transfert et réalisera sa fermentation malolactique en barrique ou le vin est stocké dans la cuve en inox dans laquelle il effectuera sa fermentation malolactique. Ces aspects seront développés dans la suite lors de la description de la fermentation malolactique.

En pratique, l'écoulage est effectué la veille du décuvage par gravité. En effet, la plus grande partie du vin de goutte est extraite et transférée dans une nouvelle cuve de réception. Pour cela, un coude est positionné au niveau de la valve de remontage, atterri dans un filtre brancard positionné au-dessus d'un bac en inox. Il faut veiller à limiter le brassage du vin pour minimiser son aération et son oxydation. La cuve de réception est inertée avec du gaz pour protéger le vin lors du transfert. Une fois que la grande majorité du vin a été extraite, et que le débit de l'écoulage est faible, l'opération est arrêtée.

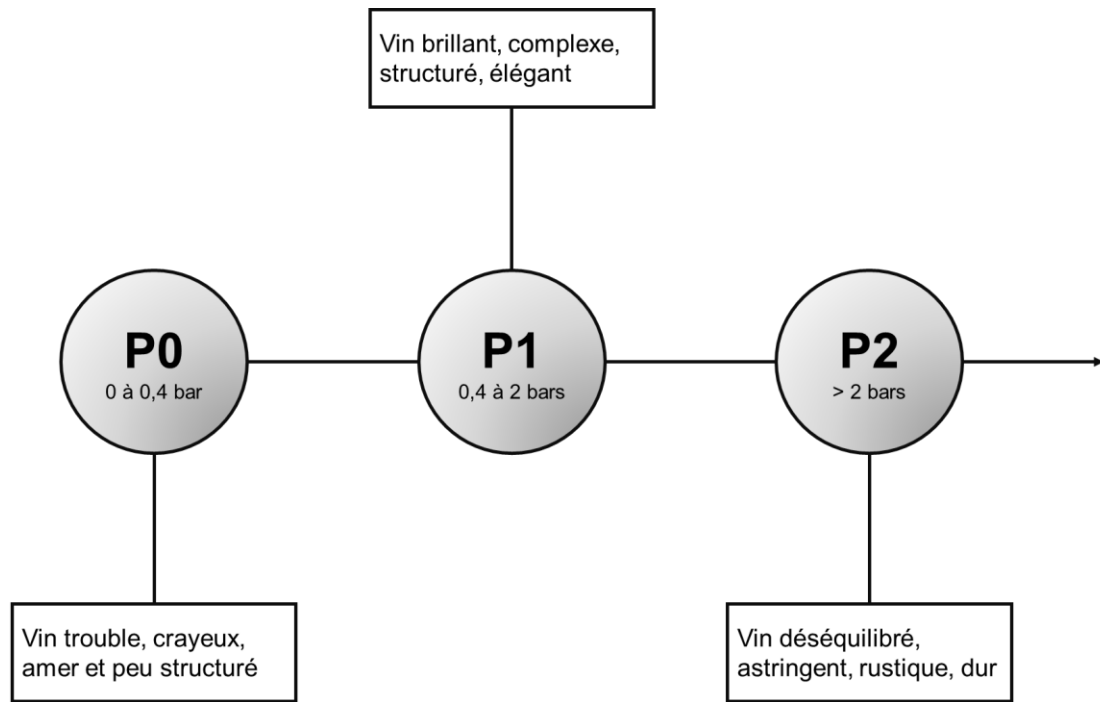


Figure 9. Modalités de pilotage des séparations des jus de presse des vins rouges.

Afin de sécher le plus possible le marc et d'obtenir le plus de vin de goutte possible, la cuve est reliée à un bac en inox fermé par la valve du bas pendant une nuit entière. Ainsi, le lendemain matin, quelques hectolitres supplémentaires (entre 1 et 3 hL) se sont égouttés et sont incorporés au reste des vins de goutte. Le marc restant dans la cuve relativement sec est prêt à être décuvé.

Le décuvage s'effectue manuellement par deux ouvriers à l'intérieur de la cuve. Cette opération présente des risques majeurs à cause des dégagements de CO₂ provenant du marc à la suite de la fermentation. Pour garantir la sécurité des opérateurs, un ventilateur est disposé au sommet de la cuve pour évacuer l'air saturé en dehors de la cuve pendant 30 minutes avant le début du décuvage. Il est formellement interdit de pénétrer à l'intérieur de la cuve seul. Un capteur de la teneur en CO₂ mesure la quantité de gaz à l'intérieur de la cuve. Si cette teneur est suffisamment basse pour être sans danger, les ouvriers peuvent pénétrer dans la cuve. Ce capteur doit être porté en permanence par les ouvriers à l'intérieur de la cuve pour pouvoir les avertir d'un danger.

Le décuvage se déroule de la manière suivante : la cage de pressoir verticale est positionnée devant la porte de la cuve. Les ouvriers vident le marc grâce à des pelles et / ou des fourches en plastiques dans un convoyeur qui réalise la jonction entre la cuve et la cage du pressoir à travers la porte. Lorsque la cage est pleine elle est conduite au pressoir grâce au chariot élévateur afin de lancer le pressurage. Grâce à l'utilisation de plusieurs cages, le décuvage peut s'effectuer en continu au gré des opérateurs afin de s'adapter à leur rythme et de diminuer la pénibilité de l'opération. Tout le marc de la cuve est introduit peu à peu dans les cages du pressoir en prenant soin de laisser au fond de la cuve les bourbes grossières et les pépins afin d'augmenter la qualité des vins de presse. Enfin, lorsque tout le marc est transféré, les bourbes sont extraites et considérées comme déchets, la cuve vidée est nettoyée puis détartrée et désinfectée.

Le pressurage du marc a lieu dans les pressoirs verticaux dont le cycle s'étale sur une heure. Une pression jusqu'à 2 bars est exercée puis une pression séquentielle par palier est appliquée jusqu'à 7 bars.

Les pressoirs verticaux sont utilisés car considérés comme plus doux ce qui permet de séparer avec précision les différents jus de presses en fonction de leurs caractéristiques organoleptiques. Les débuts et fins de la presse nommés P0 et P2 (environ 4 à 5 hL) sont moins qualitatifs car plus rustiques, durs, amers et astringents. A l'inverse, le cœur de la presse (1,5 à 2 hL) nommé P1 est plus complexe, équilibré et élégant ce qui atteste d'une qualité supérieure. Les cœurs de presses poursuivent la vinification de façon indépendantes. Ces séparations sont uniquement pilotées par la dégustation tout au long du cycle de pressurage dont les modalités sont présentées dans la Figure 9.

Discussion :

L'enjeu de l'écoulage repose sur le fait de gérer correctement les risques d'oxydation. Cela passe par l'inertage des cuves de réception pour protéger les vins de goutte et la gestion du bac de réception en prenant soin de ne pas brasser le vin.

La réussite de l'étape de décuvage passe par le respect des consignes de sécurité et par une bonne gestion du remplissage des cages du pressoir en fonction de la quantité de marc dans la cuve. L'expérience des ouvriers est précieuse pour connaître le nombre de cages nécessaires et pouvoir plus ou moins remplir et tasser les cages.

Le pressurage des vins rouges au Château est piloté par la dégustation pour séparer les vins de presse en fonction de leurs qualités organoleptiques. Plus la pression augmente plus le vin extrait contient des composés phénoliques ce qui explique l'augmentation de l'astringence, des tanins plus grossiers, amers et durs.

L'utilisation de pressoirs verticaux pour les vins rouges permet d'éviter d'émietter le marc lors des rebêches et rend le pressurage plus doux que le pressurage des vins blancs avec un pressoir pneumatique.

4. Fermentation malolactique et entonnage

À la suite des étapes d'écoulage, de décuvage et de pressurage, les jus de goutte et de presse subissent la fermentation malolactique qui est souhaitée et contrôlée. Les jus de gouttes les plus qualitatifs effectuent leur fermentation malolactique en barriques neuves non méchées pour encourager l'activité bactérienne (*Oenococcus oeni*). Pour cela, les vins de goutte dans les cuves inox sont soutirés afin d'éliminer les lies, puis entonnés en barriques. Ces dernières sont entreposées dans une partie du chai à barriques isolée ce qui permet de maintenir une température entre 20 et 23°C et une humidité de 70 %. Dès lors, des notes boisées sont insérées dans ces vins et une légère oxygénation contribue à stabiliser les complexes anthocyanes-tannins. Lorsque la fermentation malolactique de tous ces lots est achevée, les barriques sont transportées dans l'autre partie du chai destiné au vieillissement des vins.

À l'inverse, les jus de presses et les jus de gouttes dont les lots sont destinés aux seconds vins, réalisent leur fermentation malolactique en cuve inox. La température est régulée aisément grâce au système thermique dont les cuves inox sont équipées. L'entonnage de ces lots est effectué à l'issue de la fermentation malolactique. Ainsi, le vin est alors entreposé dans le chai à barriques de rouge où il débute son élevage.

Pour ces deux itinéraires, les fermentations malolactiques sont spontanées. Les lots qui présentent davantage de difficultés à entrer en fermentation sont inoculés par incorporation de vin en cours de fermentation malolactique afin d'introduire une flore bactérienne suffisante. Lorsque la concentration d'acide malique est inférieure à 0,1 g/L, les barriques sont sulfitées (à 5 g/hL pour obtenir 25 à 30 mg/L de SO₂ libre), ouillées puis bouchées.

Discussion :

La fermentation malolactique n'est pas une fermentation au sens chimique mais une décarboxylation de l'acide malique en acide L-lactique. Elle engendre une production de CO₂ et une diminution de l'acidité totale (augmentation du pH en parallèle). Plus la quantité d'acide malique initiale est élevée, plus ces phénomènes seront conséquents. Cette fermentation est également responsable de l'augmentation de l'acidité volatile. Il s'agit d'un critère d'une extrême importance dont le contrôle est nécessaire : cette hausse de l'acidité volatile ne doit pas être au-delà des réglementations car elle rendrait le vin non marchand.

La fermentation malolactique présente de nombreux avantages : elle assouplit les vins par la baisse de l'acidité totale, les tanins du bois sont mieux fondus et plus élégants, la structure du vin et le bouquet aromatique sont améliorés et complexifiés ...

Au Château, les lots de rouges dont la fermentation malolactique s'effectue en barriques sont disposés dans une partie du chai dont la température (entre 20 et 23°C) et l'humidité est contrôlée (70 %). Cependant, malgré la réalisation d'une bâche sur mesure et adaptée aux locaux, des courants d'air sont inévitables provoquant une hétérogénéité des lots en fonction de leur position dans le chai. C'est pourquoi, certains lots ont plus de difficulté à entrer et mener leur fermentation que d'autres. Des différences entre les cinétiques fermentaires sont donc inévitables dans ces conditions. Or, les lots demeurent dans cette partie chauffée qu'ils aient fini leur fermentation ou non. Les risques de développement de microorganismes sont accrus à cause de la température malgré le sulfitage en fin de fermentation malolactique. De plus, des erreurs humaines peuvent plus facilement survenir lors du sulfitage en opérant sur un lot déjà sulfité.

Ainsi, potentiellement certaines barriques peuvent être sulfitées deux fois par mégarde et d'autres pas. Il semblerait qu'une évolution soit envisageable pour limiter ces risques notamment en mettant en place un soutirage immédiatement après la fin de la fermentation malolactique. Ce changement impliquerait une opération supplémentaire à ce stade là mais qui dans tous les cas intervient plus tard dans l'itinéraire actuel.

V. Suivis des cinétiques fermentaires

1. Les blancs

Lorsque la fermentation alcoolique débute, elle est suivie quotidiennement par un relevé de la densité. La température est également mesurée ce qui permet de contrôler les possibles hétérogénéités de températures à l'intérieur du chai à barriques de blanc. Ces relevés sont effectués deux fois par jour ce qui assure un suivi rigoureux et une forte réactivité au besoin.

Parfois, si des lots où seulement certaines barriques ne parviennent pas à finir rapidement la fermentation alcoolique plusieurs opérations peuvent être envisagées.

Dans le cas de fermentations ralenties ou languissantes, la première opération est d'oxygéner les vins à l'intérieur des barriques grâce à un bâtonnage énergique.

Si la température contrôlée est relativement faible, elle peut être rehaussée par l'utilisation de thermoplongeurs pour chauffer le vin dans les barriques. L'utilisation de ces chauffeuses a pour objectif d'augmenter la vitesse maximale de la réaction de fermentation afin de stimuler la cinétique.

Du vin, provenant d'une barrique encore en fermentation alcoolique, peut être introduit pour tenter de repeupler le milieu avec des levures bien actives

L'emploi d'écorces de levures à hauteur de 10 g/hL est une solution lorsque les fermentations des vins blancs sont plutôt lentes dans les barriques. Elles permettent de détoxifier le milieu et de stimuler la fermentation alcoolique.

Le processus de fermentation alcoolique étant maîtrisé notamment par l'utilisation de levures du commerce et une bonne gestion de la température, les ralentissements de fermentations sont rares et parviennent à être résolus grâce aux différentes interventions mentionnées ci-dessus.

2. Les rouges

Lorsque la fermentation alcoolique débute, elle est suivie quotidiennement par relevé de la densité et de la température (stabilisée entre 24 et 28°C). Ces relevés sont effectués à chaque mouvement de vin ce qui assure un suivi rigoureux et une forte réactivité au besoin.

Si des cuves présentent des ralentissements lors de la réalisation de la fermentation alcoolique, le premier réflexe est de vérifier la température de la cuve et de les confronter aux températures de consignes du système de régulation thermique. Si aucune anomalie n'est repérée, il faut s'assurer que les levures sont correctement en suspension dans le moût. Pour cela, la cuve est mélangée par pompage du moût au niveau de la vanne de remontage puis à nouveau introduit dans la cuve par la vanne du bas. Cette intervention permet de brasser les lies et de redistribuer suffisamment de lipides pour alimenter les levures. Ainsi, la réactivité d'action et la maîtrise de l'ensemble de l'itinéraire de vinification permet de mener à bien l'ensemble des fermentations alcooliques.

Un point d'une extrême importance est à surveiller lorsque les fermentations ont tendances à être languissantes. Il faut vérifier qu'il n'y ait pas de départ de fermentation malolactique.

Tableau 6. Liste de l'ensemble des caractéristiques mesurées du lot 13.

Caractéristiques du Lot 13	Pressurage	Débouillage
Date	14/09/2021	15/09/2021
Densité	1,102	1,100
Température (°C)	20,2	9,7
Sucres (g/L)	239	235
Nass (mg/L)	181	-
TAP (%)	14,93	14,70
pH	3,22	3,21
AT (g/L H ₂ SO ₄)	5,5	4,8
SO ₂ libre (mg/L)	14	12
SO ₂ total	45	43
Acide malique (g/L)	3,2	3,3
Acide tartrique (g/L)	6,6	6,3
Turbidité (NTU)	469	260
Volume (hL)	12	12

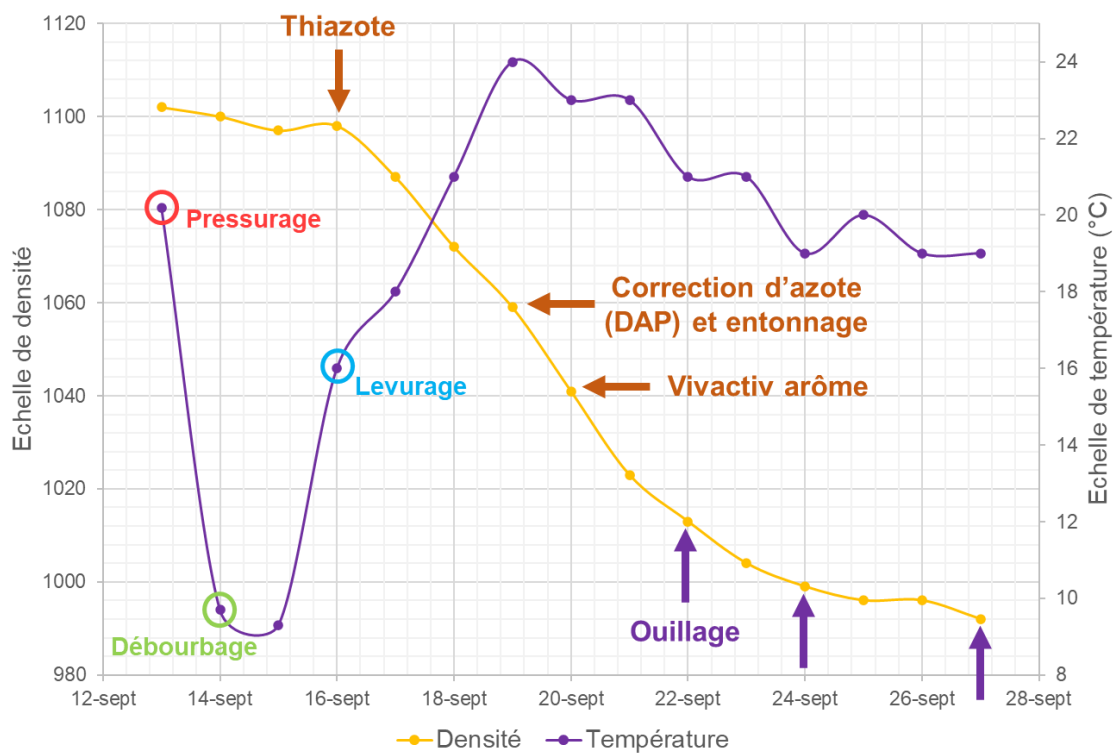


Figure 10. Courbes de suivis de densités et de températures du lot 13 (vin blanc) du pressurage à la fin de la fermentation alcoolique.

En présence de sucres résiduels, puisque la fermentation alcoolique n'est pas achevée, ce commencement de fermentation malolactique conduirait à une piqûre lactique qui dénaturerait le vin.

La fermentation malolactique est suivie régulièrement environ tous les deux jours pour contrôler son amorcement et son bon déroulement. C'est pourquoi, la quantité d'acide malique et l'acidité volatile sont mesurées. Ces mesures sont effectuées grâce à l'œnoFoss. Lorsqu'elles indiquent une fin de fermentation malolactique avec des teneurs en acide malique relativement basses, des échantillons sont prélevés puis envoyés au laboratoire Sovivins pour obtenir avec précision la quantité d'acide malique et l'acidité volatile du vin.

3. Exemples de suivis fermentaires

3.1. Fermentation alcoolique chez les vins blancs

Cette partie a pour objectif d'éclairer les propos présentés précédemment et de les illustrer par le biais d'un exemple.

Le Tableau 6. regroupe l'ensemble des caractéristiques du ce lot 13 lors des vinifications.

Le lot 13 correspond à une presse effectuée le 14 septembre dont la densité initiale est de 1,102. La température des jus lors de cette étape de pressurage est de 20,2°C et du soufre est apporté pour protéger les jus de l'oxydation (220 mL).

Ces jus sont dirigés dans une cuve inox inertée à froid pour préparer l'étape de débouillage qui aura lieu le 15 septembre (290 mL de SO₂ ajouté pour éviter les départs en fermentation). Après 48 heures au repos, le levurage est effectué le 16 septembre à hauteur de 20 g/hL (soit 240 g).

Les jus présentent 181 mg/L d'azote assimilable. Cette quantité est supérieure à la valeur seuil fixée par le Château de 150 mg/L. Donc, seulement 10 g/hL de thiazote sont incorporé (soit 120 g).

La fermentation alcoolique débute et de multiples suivis sont réalisés tous les jours, ce qui permet d'obtenir une cinétique fermentaire visible dans la Figure 10.

L'entonnage a lieu le 18 octobre lorsque la densité est de 1,072. Un soutirage aéré le précède et la deuxième correction d'azote est effectuée (ajout de DAP). Le lot 13 correspond à un volume de 12 hL. Ainsi, 5 barriques peuvent être entonné (3 neuves et 2 d'un vin). Le reste est entonné dans une carasse qui servira à ouiller les autres barriques tout au long de la fermentation puis de l'élevage.

A la fin de la fermentation alcoolique (teneur en sucres < à 2 g/L), des essais de sulfitage sont réalisés et si la dégustation est satisfaisante alors les barriques sont sulfitées à 5 g/hL pour éliminer les bactéries lactiques et empêcher la fermentation malolactique.

3.2. Fermentation alcoolique et malolactique chez les vins rouges

La Figure 11. présente la cinétique de la fermentation alcoolique et les suivis de température associés de la cuve P19 vendangée et encuvée le 7 octobre.

Après un début de fermentation spontané et une bonne colonisation du milieu par les levures, une correction d'azote est effectuée à la densité 1,070 c'est-à-dire le 11 octobre. Cet apport d'azote à ce moment de la fermentation permet de s'assurer de la bonne utilisation de l'azote par les levures pour leur activité métabolique et donc pour la fermentation.

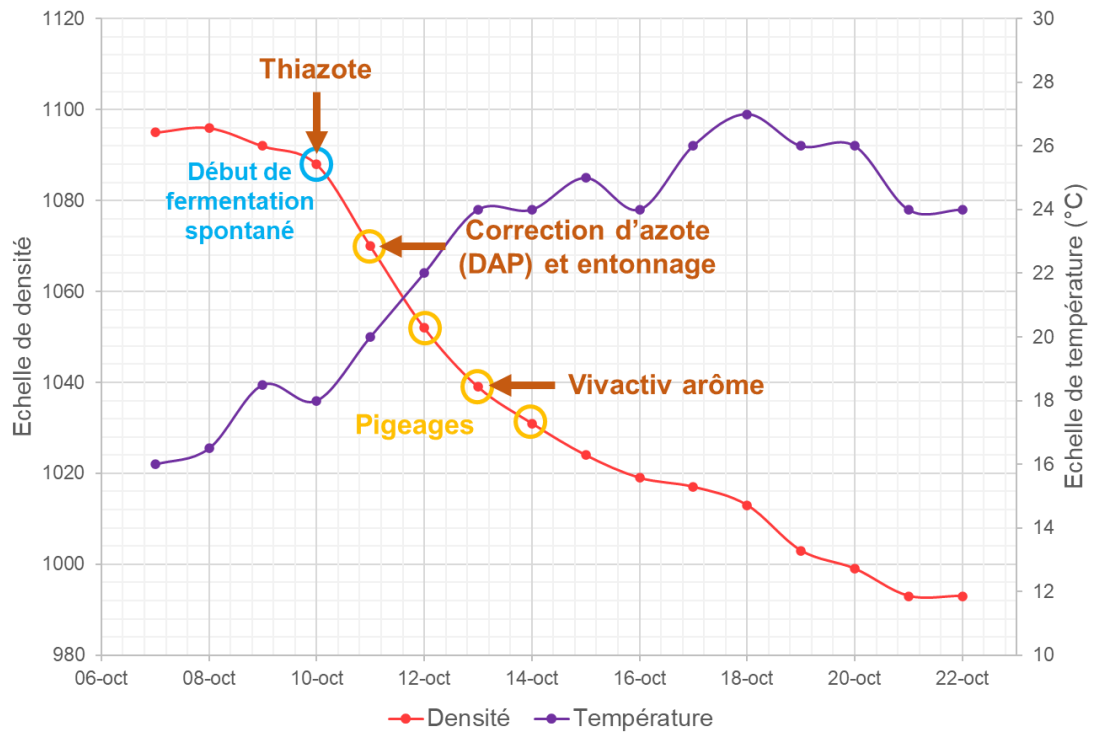


Figure 11. Courbes de suivis de densités et de températures du lot P19 (vin rouge) de l'encuvage à la fin de la fermentation alcoolique.

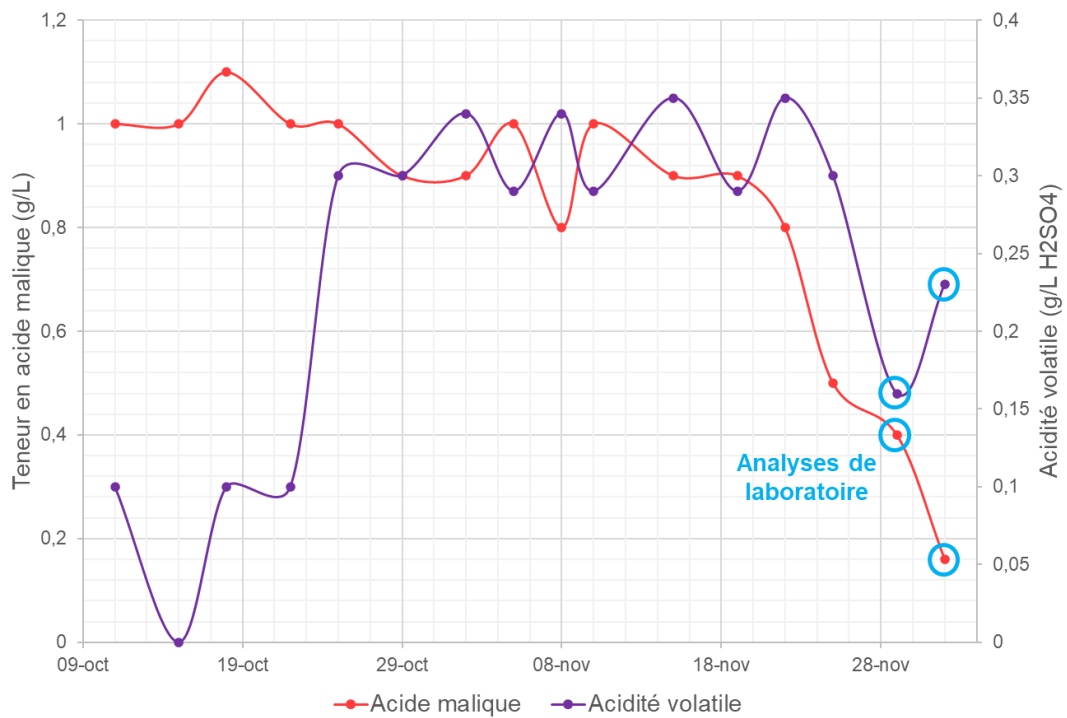


Figure 12. Suivis de la fermentation malolactique par mesure de la teneur en acide malique et contrôle de l'acidité volatile – Exemple 1.

L'extraction est maîtrisée par des remontages fermés lorsque la cuve n'est pas encore en fermentation puis par la mise en place de remontages aérés et de pigeage au cœur de la fermentation pour stimuler au maximum les processus d'extraction. L'objectif, établi pour le millésime 2021, est de réaliser au minimum 4 jours d'extraction avec des pigeages pour obtenir la structure et le volume souhaité en bouche. Etant donné les spécificités de ce millésime exposées précédemment, il est risqué de continuer de forts processus d'extraction au-delà de 4 jours à cause notamment du manque de maturité des raisins.

La fermentation alcoolique s'achève aux alentours du 22 octobre ce qui amène à une durée de cuvaison de 16 jours. Des mouillages de chapeaux sont alors pratiqués pour finir l'extraction et atteindre une cuvaison comprise entre 20 et 25 jours environ.

Il est important de continuer à suivre rigoureusement les cuves et notamment les départs en fermentations malolactiques. En cas de départ en fermentation malolactique sous marc, les risques de piqûre lactique sont très importants. En effet, les sucres résiduels du chapeau de marc sont une source pour les bactéries lactiques et peuvent être transformés en acide acétique.

La procédure habituelle et traditionnelle en cas de départ en fermentation malolactique sous marc est de pratiquer l'écoulage de la cuve puis un sulfitage pour éliminer les bactéries du milieu. Cependant, cette solution ne permet pas de finir la macération et donc l'extraction.

Grâce à la qualité notamment sanitaire des raisins du Château, une autre alternative peut être envisagée. Cette dernière nécessite d'avoir une vendange parfaitement saine et sans *Botrytis* et consiste à sulfiter directement la cuve. Il faut s'assurer qu'il n'y ait plus de sucres dans le moût. Lors du sulfitage sous marc, le chapeau est arrosé une dernière fois pour homogénéiser la cuve et tuer les bactéries du milieu. Il faut veiller à ne plus arroser le chapeau pour éviter de relarguer des sucres résiduels dans le milieu. Cette alternative permet donc de gagner quelques jours de macération et d'extraction mais il faut surveiller l'acidité volatile très régulièrement pour s'assurer que la cuve réagit correctement.

Deux courbes de suivis de fermentation malolactique sont présentées en Figure 12. et en Figure 13.

Ces suivis sont relativement longs car les fermentations sont spontanées. Pour favoriser l'entrée en fermentation, de multiples ouillages avec des lots déjà en fermentation sont pratiqués dans les barriques. Pour les lots en cuves, une certaine quantité de vin issu d'un autre lot en fermentation est mélangée pour initier le départ en fermentation. Il est important de souligner que l'assemblage n'ayant pas encore eu lieu à ce moment des vinifications, les mélanges sont effectués avec des qualités de vins équivalentes. De plus, les quantités utilisées sont relativement faibles ce qui ne vient pas modifier les caractéristiques organoleptiques de chacun des lots.

Néanmoins, les cinétiques sont plutôt franches et rapides une fois qu'elles sont initiées. Généralement, toutes les fermentations malolactiques des vins rouges sont achevées avant la fin de l'année.

Partie 3 : Elevages des vins au Château Smith Haut Lafitte

La période d'élevage fait suite aux vinifications. Au Château Smith Haut Lafitte, l'objectif est de produire des vins de garde typiques de la région bordelaise qui permettent d'exprimer toute la splendeur du terroir par une bonne structure en bouche et une forte puissance.

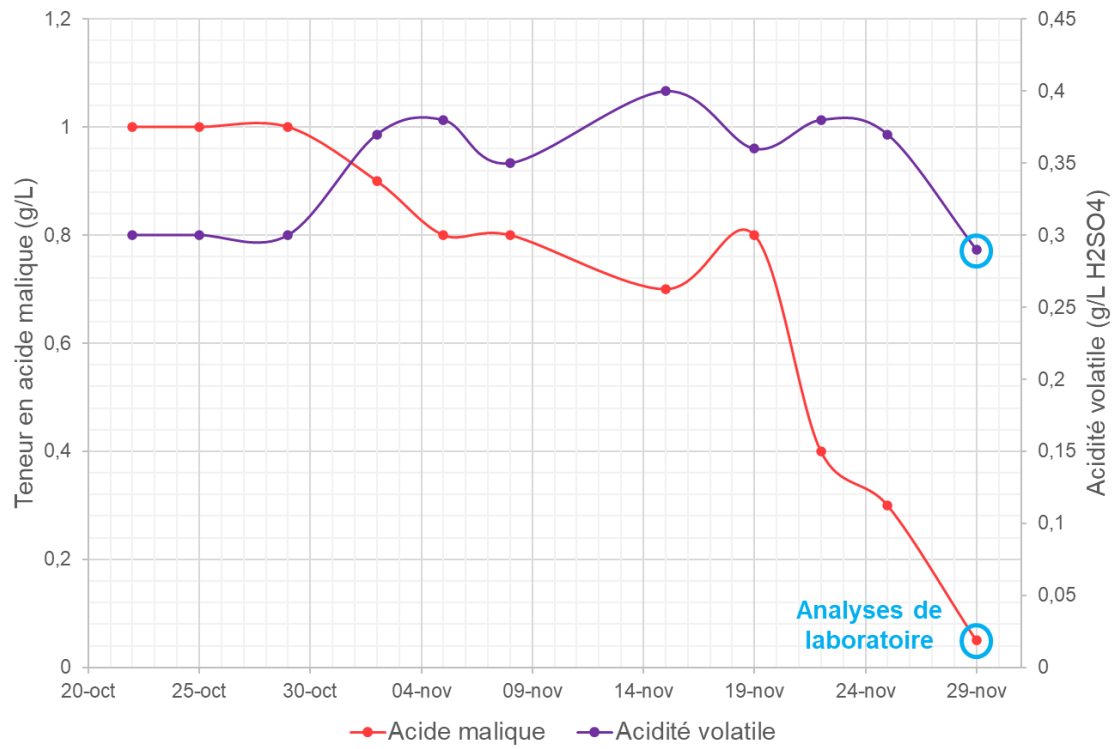


Figure 13. Suivis de la fermentation malolactique par mesure de la teneur en acide malique et contrôle de l'acidité volatile – Exemple 2.



Figure 14. Chai d'élevage blanc (source personnelle).

I. Le travail du vin

1. Situation des locaux et description des équipements d'élevage et du travail du vin

Deux chais à barriques distincts sont destinés à l'élevage des vins du Château. Le chai à barriques blanc (Figure 14.) abrite le plus souvent un seul millésime à la fois étant donné la durée d'élevage des vins blancs. La moitié des barriques sont neuves et l'autre moitié est âgée d'un an. Le chai peut héberger environ 200 barriques et plus ou moins 125 barriques sont nécessaires chaque année.

Le chai à barriques rouges (Figure 15.) souterrain peut contenir plus de 1 000 barriques de 225 L. Environ 750 sont nécessaires par millésime. Les barriques sont teintées pour des raisons pratiques évidentes et par souci esthétique afin que le chai d'élevage soit toujours présentable pour les nombreux touristes. En 2021, 4 foudres de 12 hL ont été achetés et seront inaugurés pour ce nouveau millésime. Des essais en jarres de terres cuites sont conduits en ce moment même pour tester ce mode de vieillissement avec les caractéristiques des vins rouges de la propriété.

La température du chai est maintenue constante à 12°C. Une partie du chai est isolée thermiquement avec un rideau pour accueillir les lots réalisant leur fermentation malolactique en barriques. La température y est maintenue entre 20 et 23°C et l'humidité est de 70 %.

Depuis 1993, la propriété possède sa propre tonnellerie (Figure 16.) qui alimente la quasi-totalité des barriques dont nécessite le Château. Il s'agit d'un véritable savoir-faire qui s'inscrit au cœur de la tradition bordelaise et qui permet au domaine de se distinguer. Le tonnelier est capable de produire 2 à 3 barriques par jour. Les bois sélectionnés proviennent de chênes de forêts françaises. Leur qualité et la finesse de leurs grains prodigie une autre richesse au vin sans le dénaturer.

Le Château se fournit auprès de différents tonneliers pour compléter sa production et renouveler les chais d'élevage.

Un bâtiment de stockage proche du Château et du chai de vinification permet d'entreposer les bouteilles tirées et bouchées dans des conditions saines et propices à leur vieillissement. Cet entrepôt dispose de tout le matériel nécessaire à l'habillage des bouteilles de vin : étiqueteuse, caisse en bois, étiquettes conformes en fonction des mentions légales des pays ... Leur travail s'effectue en autonomie sous le contrôle d'un responsable chargé de la gestion des commandes.

2. Etude des itinéraires d'élevage : barrique, cuve et autres

2.1. Nettoyage et entretien des barriques

Le nettoyage et l'entretien des barriques sont des opérations primordiales pour s'assurer de l'état sanitaire des contenants et maîtriser la période de vieillissement.

L'état général des barriques neuves est vérifié globalement puis elles sont mises en eau pour contrôler leur étanchéité. Elles sont entreposées sur un des deux fonds pendant une nuit entière et retournées le lendemain pour répéter cette même opération. L'objectif est de s'assurer que les barriques ne présentent pas de fuite qui serait un problème plus complexe à gérer une fois remplies de vin. Par la suite, elles sont positionnées sur un rack pour s'égoutter et sécher. Après séchage, elles sont méchées au soufre pour désinfecter l'intérieur et prévenir des contaminations par différents micro-organismes. Le méchage consiste à introduire à l'intérieur de la barrique et à brûler une pastille de 5 g de soufre.



Figure 15. Chai d'élevage rouge (source personnelle).



Figure 16. Tonnellerie du Château Smith Haut Lafitte (source personnelle).

Les barriques ayant déjà contenus un vin sont nettoyées selon le cycle suivant : rinçage à haute température et haute pression / phase de mise en vapeur d'eau / et séchage grâce à un système de soufflerie. À l'issue de ce cycle, les barriques sont également méchées au soufre afin de stériliser l'intérieur et d'empêcher la multiplication des pathogènes.

Une fois les barriques entretenues et nettoyées elles sont disposées sur des racks et parfaitement alignées pour respecter l'esthétique du chai d'élevage. En effet, le Château a fortement développé l'œnotourisme et beaucoup de visites touristiques ont lieu notamment lors des vendanges et vinifications. Ainsi, les chais doivent toujours être présentables pour que le public puisse apprécier la beauté des lieux.

2.2. Elevage des blancs

L'élevage sur lies en barriques des vins blancs s'étend sur une période de 10 à 12 mois. La moitié des barriques est neuve tandis que l'autre moitié a déjà contenu un vin. La prise en bois se fait donc progressivement.

Lors de la phase de vieillissement, le volume de vin dans les barriques diminue peu à peu à cause de l'absorption du bois mais principalement à cause de l'évaporation par le trou de bonde. La surface de contact entre le vin et l'air est augmentée et peut engendrer des oxydations chimiques indésirables mais aussi le développement de pathogènes. Ainsi, des ouillages sont effectués régulièrement afin d'occuper l'espace libérée dans les barriques. Le vin est introduit grâce à l'utilisation d'un arrosoir et provient d'une barrique en vidange du même lot. Si jamais, pour des raisons pratiques, des lots doivent être assemblés, le maître de chai se charge de donner des consignes précises afin de regrouper des lots de même qualité.

L'élevage sur lies est considéré comme un élevage en conditions réductrices. Pour cela des bâtonnages sont régulièrement effectués pour prévenir l'apparition de notes de réduct. Au début de l'élevage, le bâtonnage est pratiqué trois fois par semaine pendant environ un mois. Puis, il est réduit à deux puis à une fois par semaine. Ces changements sont pilotés par la dégustation. Ainsi, grâce au bâtonnage, les lies sont remises en suspension. La surface d'échange entre les lies et le vin est donc augmentée ce qui accroît leurs actions.

Pendant cette durée, il est important de surveiller la quantité de SO₂ libre et de la réajuster au besoin entre 15 et 20 mg/L dans toutes les barriques.

Discussion :

L'élevage sur lies des vins blancs a pour objectif de complexifier le bouquet aromatique au vin, d'améliorer la bouche avec élégance, d'apporter de la longueur et de stabiliser le vin. Les lies de vinifications sont composées majoritairement de levures mortes à l'issue de la fermentation alcoolique. L'autolyse de ces levures, c'est-à-dire leur auto-destruction, engendre la libération de composés azotés, de polysaccharides et de mannoprotéines. Ces dernières permettent de stabiliser les vins vis-à-vis de la casse protéique et de l'instabilité tartrique. De plus, la libération de ces molécules implique des interactions avec des composés aromatiques volatils ce qui diminue fortement leur caractère volatil. L'autolyse des levures est un processus qui demande de l'oxygène ce qui a pour conséquence indirecte de protéger les vins de l'oxydation. C'est pourquoi, l'élevage sur lies est un élevage dans des conditions dites réductrices. Il faut donc rester vigilant face à la production de notes de réduct désagréables et non recherchées. Le bâtonnage est une solution pour limiter l'apparition de ces notes car il maintient le contact et donc les échanges entre le vin et les lies. Ici, le programme de bâtonnage est piloté par la dégustation régulière de tous les lots ce qui permet d'adapter les interventions avec les besoins spécifiques de chaque barrique.

Il est important de souligner que l'élevage sur lies des vins blancs nécessite une vendange initialement saine car les possibilités de déviations microbiennes sont accrues. Les opérations de tri des raisins conditionnent encore une fois le bon déroulement de l'élaboration des vins.

2.3. Elevage des rouges

L'élevage en barriques des vins rouges dure entre 16 et 18 mois. Le premier vin est constitué de 75 % de barriques neuves tandis que le second présente 20 % de bois neuf.

La « part des anges » de vin qui s'évapore des barriques impose d'effectuer des ouillages. Le complément de vin ajouté est issu de vin stocké dans un garde vin dont la qualité est jugée équivalente à celle du lot concerné.

Peu de temps avant les primeurs, les vins sont soutirés afin d'éliminer les lies et poursuivent leur phase de vieillissement dans des barriques du chai. Un unique soutirage est donc effectué pendant l'élevage en barriques des vins rouges. En pratique, le soutirage est réalisé grâce à l'utilisation d'une canne qui permet de laisser un certain volume de lies et de vin au fond de la barrique par le biais d'une vis dont la hauteur est réglable. La vitesse de réalisation de cette opération est conditionnée par la vitesse de nettoyage des barriques. En effet, lorsqu'une barrique est soutirée, les lies laissées au fond doivent être vidées, la barrique rincée et enfin de nouveau amenée au chai afin d'accueillir le vin des nouvelles barriques en train d'être soutirées. Ces différentes manipulations et les multiples ralentissements qui peuvent survenir déterminent la cadence et la durée du soutirage. Lors de cette étape de soutirage, les barriques sont ouillées afin de les entreposer dans de nouvelles barriques pleines en ayant pour objectif de limiter l'oxydation des vins.

A l'instar de l'élevage des vins blancs, la quantité de SO₂ libre est contrôlée et corrigée de telle sorte à ce qu'elle soit de 30 mg/L dans chaque barrique.

Discussion :

De la même façon que pour l'élevage des vins blancs, l'oxygénation doit être maîtrisée pour éviter toute déviance et des ouillages sont requis. L'expérience du maître de chai et les dégustations déterminent quand cette intervention sera mise en place.

L'objectif premier du soutirage des vins rouges est de le transférer dans de nouvelles barriques sans prélever les lies qui se sont déposées. Cette manipulation implique obligatoirement lors de sa réalisation un mouvement de vin, donc un dégazage du CO₂ dissout et une oxygénation des vins. Cette dernière permet de diminuer les odeurs de réduct produit par les composés soufrés volatils. Ainsi, cette opération a donc une action clarifiante et une action d'oxygénation des vins rouges en barriques.

L'utilisation de barriques en bois pour la phase d'élevage des vins est une caractéristique importante car elle confère toute la typicité et le caractère que l'on reconnaît aux vins de Bordeaux. Ainsi, l'emploi du bois permet d'exploiter ses multiples propriétés qui ont un impact incontestable sur les caractéristiques organoleptiques et sur la stabilisation du vin.

En effet, la dissolution de composés volatils du bois dans le vin et l'extraction de composés aromatiques du bois participent à l'évolution du bouquet aromatique du vin. Les notes les plus courantes sont des notes d'amandes grillées (furfural), de vanille (vanilline), des notes épicées ou fumées (dérives du gâiacol) ... L'ensemble de ces composés contribue à complexifier le vin sur le plan aromatique.

De plus, l'extraction de constituants non volatils du bois comme les tanins ellagiques et les tanins galliques diminuent l'astringence des vins et modifie le volume en bouche.

Tableau 7. Rapport Sovivins du 19/11/2021, contrôle de la quantité de SO₂ libre sur les vins blancs en barriques pendant l'élevage et dose de SO₂ correctives ajoutées.

Echantillon	Lot 1	Lot 2	Lot 3	Lot 4
SO ₂ libre (mg/L)	12	15	12	16
Correction (ajout de SO ₂ en mL)	60	50	60	50

Le bois joue le rôle d'interface entre le vin et l'air ambiant par le biais des interstices entre les douelles et les aspérités au niveau de la bonde. Sa porosité est primordiale car elle définit la vitesse des échanges entre le vin et l'air et donc l'oxygénation. Cette dernière est recherchée dans une certaine mesure car l'objectif est de la contrôler pour éviter toute déviance. Ainsi, l'oxygénation se veut lente et continue afin que des combinaisons anthocyane / tanin se réalisent et permettent de stabiliser la couleur et d'assouplir les tanins des vins.

2.4. Assemblage

Le premier assemblage des vins est effectué peu avant les primeurs d'avril et définit l'élaboration des vins finis. Si à cette occasion les grands vins sont présentés, l'ensemble des lots poursuivra son vieillissement et sera assemblé peu avant les étapes de préparation à la mise en bouteille. Ainsi, le vieillissement des vins s'effectue en lot séparé jusqu'à la mise en bouteille. Ce choix permet d'ajuster au besoin l'assemblage si jamais un lot n'évolue pas comme il l'avait été prédit et perd en qualité ou si à l'inverse, un lot se distingue par une amélioration non envisagée.

Pour le Château, l'objectif de l'assemblage est d'aboutir à un produit qui reflète l'identité et les valeurs de la propriété tout en exprimant les spécificités du millésime à la vigne tout au long de la campagne et au chai pendant les vinifications et l'élevage.

Ici, les multiples lots sont des atouts pour élaborer des vins de manière très précise et de réaliser des sélections très affinées.

L'équipe technique du Château déguste l'ensemble des lots en barriques afin d'évaluer sa qualité. C'est grâce au suivi de tous ces lots depuis les vendanges qu'ils sont capables d'analyser leur potentiel initial, présent et futur. De plus, la connaissance du vignoble et l'expérience permettent d'associer certaines parcelles quasiment systématiquement au premier ou au second vin. Cette compréhension du terroir sur plusieurs millésimes associée à l'expertise des dégustations permet la conception de ces grands vins. La complexité de cette étape repose sur le fait qu'il n'existe pas de véritables directives ou de recettes gagnantes. Néanmoins, ce sont ces difficultés qui subliment cette opération et la rendent si périlleuse.

3. Bulletins œnologiques : suivis des paramètres lors de l'élevage

Pendant l'élevage des vins blancs et des vins rouges, des échantillons sont régulièrement préparés pour analyser la quantité de SO₂ libre et total. À la vue de ces résultats des ajustements sont effectués pour continuer de protéger efficacement les vins vis-à-vis des risques microbiologiques notamment. Quatre exemples sont présentés dans le Tableau 7. Les échantillons sont réalisés de manière la plus représentative possible c'est-à-dire en prélevant dans plusieurs barriques pour chaque lot. Lorsque les corrections de SO₂ sont effectuées, le vin est bâtonné très rapidement pour s'assurer que le SO₂ est correctement mélangé à l'intérieur de la barrique.

L'acidité volatile est également un paramètre surveillé pendant toute la durée de l'élevage. Si le vin contient naturellement de l'acide acétique notamment après la réalisation de la fermentation malolactique, les quantités d'acide acétique doivent être suivies pour contrôler les contaminations. En effet, les bactéries acétiques, qui se développent en aérobie, peuvent être responsables de la production d'acide acétique à partir d'éthanol : c'est la piqûre acétique. Cet acide acétique peut à nouveau être transformé par les bactéries acétiques en ester (acétate d'éthyle) caractéristique de l'acescence.

De plus, la norme européenne impose, pour qu'un vin soit marchand, une acidité volatile inférieure à 0,98 g/L d'H₂SO₄ pour les vins rouges et inférieure à 0,88 g/L d'H₂SO₄ pour les vins blancs. Ainsi, l'importance d'un suivi régulier de l'acidité volatile tout au long de la période d'élevage est nécessaire pour s'assurer du bon déroulement de cette étape.

Des mesures préventives permettent de limiter le développement des bactéries acétiques : une bonne hygiène des barriques, une température relativement faible et une maîtrise de l'oxygénation. Comme mentionnés précédemment, ces paramètres sont des axes particulièrement surveillés par le Château pour maîtriser le vieillissement des vins.

Les concentrations en phénols volatils (phénols par leur structure et volatils par leur capacité à se vaporiser dans l'air) sont régulièrement mesurées ce qui permet de suivre le développement de *Brettanomyces*. Les principales molécules produites par *Brettanomyces* sont le 4-éthyl-phénol ou encore le 4-éthyl-gaïacol qui sont respectivement responsables d'odeur d'écurie et de clou de girofle. La phase d'élevage est propice au développement des *Brettanomyces* car la teneur en SO₂ actif est souvent en deçà de la quantité préconisée (malgré les contrôles). De plus, l'apport d'oxygène (barriques, micro-oxygénation) contribue à augmenter les risques de *Brettanomyces*. Enfin la température élevée pendant l'élevage favorise leur développement. Ainsi, les suivis pendant l'élevage sont des mesures préventives indispensables pour éviter tout développement de *Brettanomyces* : contrôle et ajustement de la quantité de SO₂, contrôle de l'oxygénation grâce à des ouillages réguliers et contrôle de la température du chai. Néanmoins, une attention particulière est consacrée sur les lots dont le pH est proche de 3,9 car les risques sont accrus.

II. Étude des étapes de stabilisation

1. Stabilisation des blancs

Les protéines sont des composés en solution dans les vins blancs finis (entre 50 et 150 mg/L). La casse protéique correspond à une dénaturation lente sous l'effet de la chaleur (conditions de stockage ou de transport). Elle repose sur la modification de la conformation des protéines et sur des interactions intermoléculaires attractives conduisant à une précipitation. Ainsi, les vins blancs doivent être stabilisés pour pallier les troubles d'une potentielle casse protéique.

La stabilisation des vins blancs est obtenue par collage qui repose sur l'incorporation d'une substance capable de flocculer et de sédimenter en entraînant les particules en suspension. Les objectifs du collage sont de clarifier (préparation à la filtration), d'améliorer visuellement et gustativement le vin (couleur, astringence) et de stabiliser en éliminant des constituants qui à termes seront néfastes.

Le Château utilise de la bentonite pour coller les vins blancs en guise d'adjuvant minéral. Ce traitement est effectué après assemblage et avant les autres traitements de clarification. La bentonite est une argile dont les particules gonflent après hydratation pour former des dispersions colloïdales (absorption des protéines du vin grâce à des interactions électrostatiques attractives : interactions de Van Der Waals et formation de liaisons hydrogènes).

Des essais préalables sont réalisés afin de quantifier les doses qui doivent être utilisées. Des tests de stabilité à la chaleur sont effectués car les protéines sont instables à la chaleur, permettant de déterminer les doses de bentonites employées.

Ces essais définissent : le temps nécessaire à la floculation, la vitesse de sédimentation, le niveau de clarification et la hauteur de dépôt (plus le dépôt est haut plus le volume de soutirage sera diminué). Les dégustations et l'appréciation des vins après essais de collage permettent de valider ou non les essais.

Après vieillissement sur lies, ces dernières ont relargué des mannoprotéines qui agissent comme des colloïdes protecteurs. C'est pourquoi, les doses de bentonite requises pour stabiliser sur vins finis sont plus faibles que sur moût.

Différents facteurs influencent la réussite du collage : le pH (un pH élevé aide à l'agrégation), l'oxygène (l'aération favorise la réussite du collage), la température, la quantité de CO₂ (gène la sédimentation) ou encore la géométrie de la cuve (idéalement une cuve pas trop haute pour diminuer la vitesse de sédimentation).

Lors de l'introduction de la bentonite pour coller les vins, il faut s'assurer de l'incorporer de manière homogène. En effet, il faut introduire l'adjuvant de collage sur l'ensemble du volume de vin, soit au cours d'un transfert, soit directement dans la cuve mais avec des agitations pour obtenir un mélange homogène.

Les vins blancs sont traités pour s'assurer de la stabilisation tartrique dans les vins si les résultats des tests stipulent que les risques de cristallisation sont importants. En effet, des cristaux peuvent se former dans les bouteilles lorsque le produit de concentration est supérieur au produit de solubilité. Ce dernier est fonction de la température et de l'éthanol. Or, lorsque l'élevage est achevé, les risques de cristallisation apparaissent quand la température diminue. Si les conséquences sur les caractéristiques organoleptiques du vin sont nulles, cette précipitation est perçue comme un défaut par les consommateurs et n'est pas souhaitée après la mise en bouteille. Ainsi, la stabilisation est une nécessité avant l'étape de mise en bouteille. Pour cela, deux solutions sont envisageables.

D'une part, le traitement par le froid a pour principe d'induire la cristallisation par un fort refroidissement. Les cristaux sont éliminés après sédimentation par soutirage afin d'obtenir un vin stabilisé. Une alternative consiste à ensemencher avec de la crème de tartre pour s'affranchir de l'étape de refroidissement rapide ce qui diminue la durée du traitement (de 7 jours environ à 48 heures).

D'autre part, l'électrodialyse repose sur une séparation des ions grâce à des membranes sélectives en fonction de leur charge : une membrane cationique perméable aux ions Ca²⁺ et K⁺ et une membrane anionique perméable aux ions tartrates. Cette méthode n'est pas autorisée pour les vins biologiques mais permet d'adapter le traitement à la cuvée ce qui le rend fiable et assure de sa qualité de réalisation.

Les deux méthodes peuvent être employées par le Château afin d'adapter le traitement au besoin tout en respectant la qualité de la cuvée.

La quantité de SO₂ est ajustée en fonction des résultats d'analyses afin d'obtenir une teneur en SO₂ libre proche de 30 mg/L pour les vins blancs.

Les vins blancs sont filtrés avant leur mise en bouteille grâce à un filtre à cartouches. Cette opération est effectuée par l'équipe de prestataire qui réalise également la mise en bouteille. L'avantage est d'avoir à disposition une équipe spécialiste de cette étape qui peut être très complexe à réaliser. En effet, plusieurs paramètres de filtration doivent être maîtrisés pendant ce processus comme le débit : si le débit est constant, il y a augmentation progressive de la pression qui ne doit pas excéder 1 bar pour minimiser le colmatage.

La filtration sur membranes a pour principe d'utiliser un milieu filtrant plissé dans une cage en polypropylène. Le vin traverse une ou plusieurs membranes et est collecté au centre.

Le diamètre des pores employées par le Château pour les vins blancs est de 3 microns ce qui aboutit à une filtration clarifiante mais pas stérilisante.

Cette filtration est sensible au colmatage et doit être effectuée seulement sur des vins clarifiés ce qui est le cas ici puisque les vins blancs finis ont été traités à la bentonite. Néanmoins, des analyses de turbidités sont nécessaires avant d'entreprendre cette filtration pour savoir si une pré-filtration doit être envisagée et donc s'assurer que seuls les vins dont la clarification a été très poussée peuvent être filtrés.

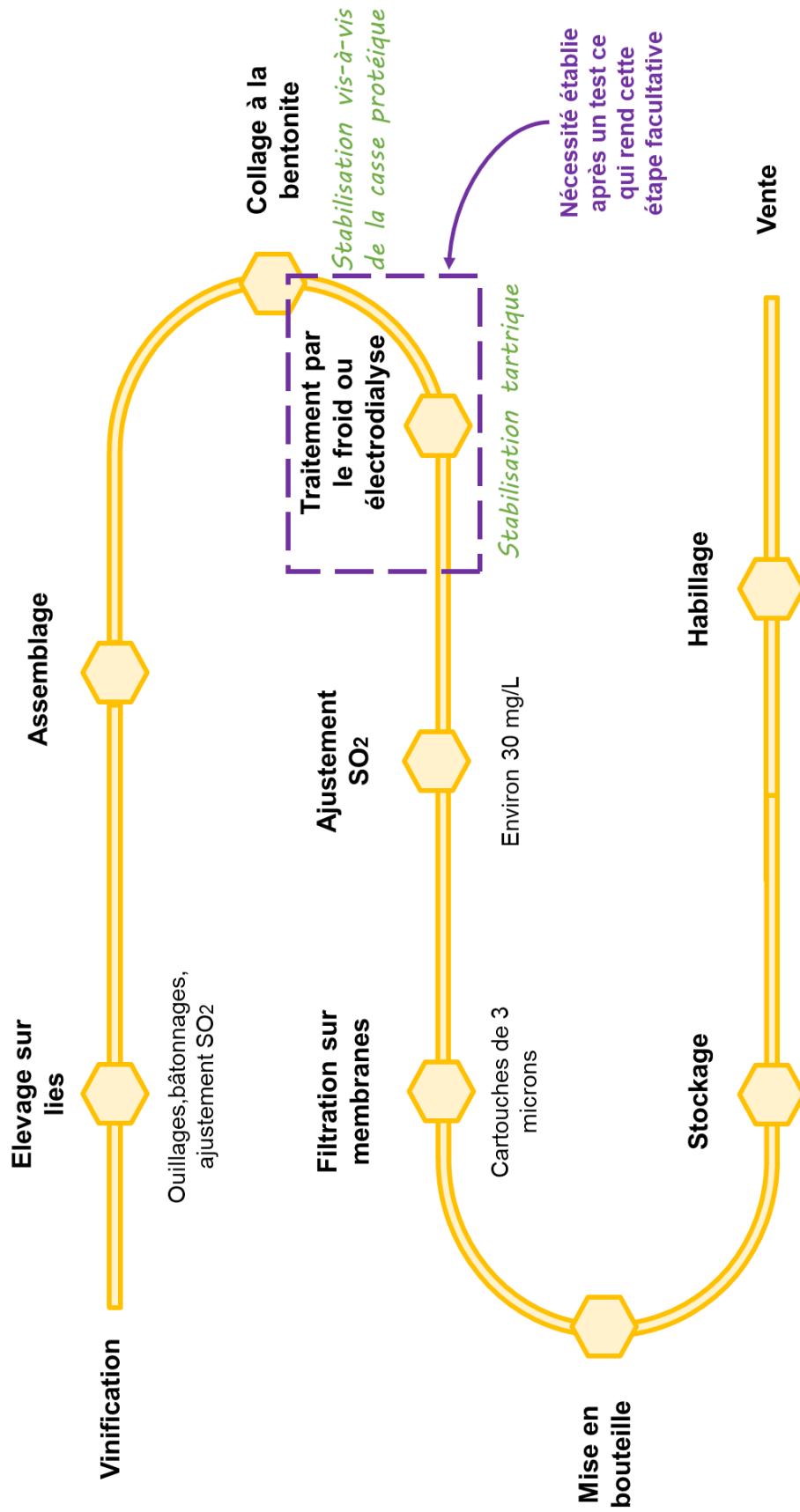


Figure 17. Schéma de l'itinéraire technique d'élevage et du travail des vins blancs du Château Smith Haut Lafitte.

2. Stabilisation des rouges

A la différence des vins blancs, les vins rouges ne subissent pas de traitement de collage. La teneur finale en protéines des vins rouges est de l'ordre de quelques mg/L. En effet, le contenu en protéines diminue fortement pendant les premiers jours de la fermentation alcoolique et les protéines ne sont plus détectées après 8 jours de fermentation.

Les vins rouges ne subissent pas de traitement pour la stabilité tartrique car elle est effectuée spontanément au cours de l'élevage avec une température au chai contrôlée.

Les composés phénoliques des vins rouges (tanins et anthocyanes) peuvent être à l'origine d'instabilité. De multiples réactions sont envisageables : formation de pyranoanthocyane ou de vinyl-pyranoanthocyane, addition d'anthocyane et de tanin formant des pigments de polymères, formation de pont ethyl entre polyphénols, réaction d'auto-oxydation de tanins ... L'ensemble de ces réactions engendrent des modifications de structures moléculaires et donc des changements au niveau des caractéristiques organoleptiques des vins. La maîtrise de ces évolutions structurales est primordiale car les tanins et les anthocyanes ont un impact positif sur la qualité des vins rouges.

De plus, des précipitations de matières colorantes colloïdales sont envisageables et représentent un risque de perte de couleur. Cependant, dans le cas de vins de garde comme ceux élaborés au Château, il ne s'agit pas d'un véritable problème car les consommateurs s'attendent à des précipités à la suite du vieillissement du vin.

Ces instabilités sont mal comprises et l'appréciation de la stabilité de la matière colorante permet d'évaluer les risques notamment par le test de tenue au froid avant embouteillage (10 à 15 jours à une température proche de la température de congélation du vin soit -3 °C).

A la sortie de l'élevage des vins rouges et après leur assemblage, une filtration tangentielle est pratiquée. La circulation du vin est tangentielle ce qui forme un dépôt dont l'épaisseur augmente avec le volume filtré. L'avantage de cette méthode est la grande simplification de la chaîne de traitement des vins puisqu'en une seule étape, la stabilité microbiologique et la limpidité des vins sont obtenues. Cette filtration peut s'appliquer quel que soit la charge initiale en éléments et en microorganismes ce qui est un véritable avantage pour des vins qui sortent d'élevage comme ici. La clarification permet d'obtenir une turbidité inférieure à 1 NTU, tous les microorganismes sont éliminés, les vins sont préparés pour la mise en bouteille et il n'y a pas de modification notable de la composition en composés phénoliques ni des caractéristiques sensorielles. C'est pourquoi, le Château privilégie cette technique dont la fiabilité et la qualité sont des plus-values certaines pour stabiliser correctement les vins.

La quantité de SO₂ est ajustée en fonction des résultats d'analyses afin d'obtenir une teneur en SO₂ libre proche de 50 mg/L pour les vins rouges.

De la même façon que pour les vins blancs, les vins rouges sont filtrés avant leur mise en bouteille par un filtre à cartouches. Cependant, la filtration est plus poussée cette fois avec l'utilisation de deux cartouches différentes : d'abord une de 3 microns puis une seconde de 1 micron.

III. Étude de la mise en bouteille, de l'habillage et du stockage

L'étape de mise en bouteille au Château Smith Haut Lafitte fait intervenir un prestataire dont les équipements sont à la pointe de la technologie. La maîtrise de cette dernière opération œnologique doit être totale car elle fixe irréversiblement l'état et le devenir du vin.

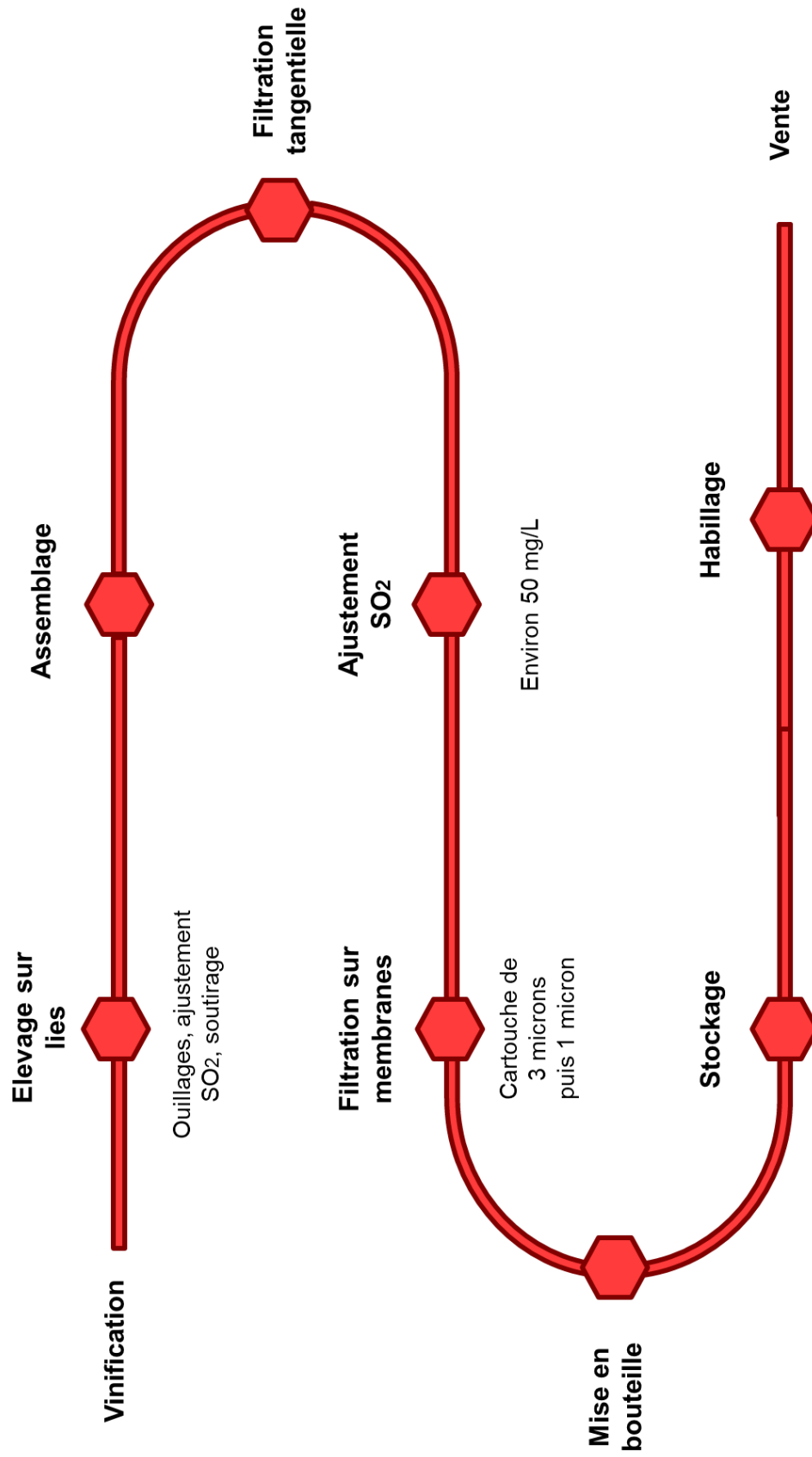


Figure 18. Schéma de l'itinéraire technique d'élevage et du travail des vins rouges du Château Smith Haut Lafitte.

Avoir recours à un professionnel spécialiste de cette étape de la chaîne de production présente plusieurs avantages : d'une part la possibilité de s'affranchir de l'achat d'une ligne de mise en bouteille et donc de ses inconvénients, et d'autre part le luxe de pouvoir solliciter des équipes expertes en la matière. En effet, les intervenants sont très performants et possèdent des connaissances et des compétences auxquelles les ouvriers ne sont pas formés.

Les vins blancs de l'année N-1 sont embouteillés après les vendanges de l'année N et les vins rouges de l'année N-1 le sont courant été de l'année N+2 après environ 16 / 18 mois d'élevage. La mise en bouteille se déroule de la manière suivante. Les bouteilles vides sont insérées au début de la ligne de mise où elles sont rincées à l'eau puis inertées avant remplissage. Cette étape de nettoyage est primordiale pour s'assurer de la propreté des bouteilles et pour ne pas altérer la composition du vin, ses qualités organoleptiques ou encore pour ne pas représenter un danger pour le consommateur. La tireuse se charge de remplir les bouteilles et la boucheuse de les boucher. Les bouteilles pleines sont stockées dans des palox qui sont transportés dans le bâtiment de stockage tout proche du Château.

Le maître de chai et le responsable de la ligne de mise réalisent plusieurs contrôles pendant l'embouteillage afin de s'assurer de son bon déroulement. Tout d'abord, le niveau de remplissage de la bouteille est mesuré et doit correspondre avec celui de la température du vin lors de la mise en bouteille. Il est également nécessaire de vérifier l'enfoncement du bouchon dans le goulot de la bouteille (+/- 0,5 mm) ainsi que l'absence de coupure ou autre aspérité sur le bouchon après extraction afin de contrôler l'usure des mors. Enfin, un autre facteur est contrôlé : il s'agit de la pression de l'atmosphère sous le bouchon après bouchage sous vide. Cette dernière doit être comprise entre -300 et 300 mbar. Les bouteilles subissant ces vérifications sont sélectionnées au hasard à la sortie de la ligne de mise pour plus de fiabilité. Ainsi, la réussite d'une mise en bouteille dépend de nombreux facteurs, d'autant plus que la cadence, la hauteur de remplissage et les becs peuvent se dérégler. Une fois de plus les multiples contrôles et l'intervention d'une équipe habituée permet de réduire ces risques. Les bouchons utilisés lors de l'embouteillage dépendent du type de produit. En effet, les bouchons employés pour les grands crus classés sont un modèle d'excellente qualité de la marque Diam.

Une équipe du Château est responsable de l'habillage des bouteilles tout au long de l'année et s'organise en fonction des différents événements et des commandes. Il faut faire preuve d'une extrême vigilance lors de cette étape car l'esthétique de la bouteille est très importante étant donné les produits proposés par le Château. Cette philosophie d'excellence doit également se traduire par l'aspect impeccable des bouteilles. C'est pourquoi, avoir un responsable expérimenté et une équipe dédiée à ce travail représente un véritable avantage pour contrôler les réglages de l'étiquetteuse et éviter tout décalage.

Ainsi, la Figure 17. et la Figure 18. résument l'ensemble des opérations d'élevage, de travail du vin, de stabilisation et de mise en bouteilles pour les itinéraires de vins blancs et de vins rouges.

IV. Étude des démarches qualité / sécurité

1. Démarche qualité

Le Château Smith Haut Lafitte est engagé dans une politique qui porte un intérêt particulier à la qualité dans la production et au bon fonctionnement de l'entreprise.

Depuis 2009, la propriété a obtenu une certification ISO 14 001 qui permet de mettre en place un système efficace de management environnemental. Le maître de chai est responsable de contrôler que les normes sanitaires et les normes de sécurité sont correctement appliquées au Château. Ces réglementations doivent être appliquées aussi bien à la vigne que dans le chai de vinification. Toute la propriété est concernée ce qui reflète un fort engagement car les contraintes sont donc multipliées.

La sécurité des employés est également une priorité notamment par le respect du port des EPI et de l'utilisation du matériel adapté.

Pour souder les équipes et faire régner une ambiance dynamique et de synergie entre les différents pôles, des activités sont organisées comme le repas de fin de vendanges ou encore des sorties à l'occasion de millésime exceptionnel (comme en 2020).

La mise en place d'une tonnellerie au Château est une action qui prouve l'importance de la tradition pour la propriété.

Sauvegarder l'artisanat et transmettre ces savoir-faire sont des objectifs primordiaux qui reflètent la spécificité du domaine. L'alliance de la tradition et de l'innovation est un véritable gage de qualité qui offre la possibilité d'élaborer des produits en perfectionnant les procédés et les techniques.

Comme il l'a été exposé tout au long de ce mémoire la philosophie du Château Smith Haut Lafitte est de promouvoir l'excellence. Or, cette excellence passe incontestablement par des protocoles stricts qui permettent de réaliser des produits de qualité à très fortes valeurs ajoutées. L'ensemble des engagements de la propriété ont pour objectifs de servir l'optimisation des procédés tout en assurant la durabilité de l'entreprise et du milieu dans lequel elle évolue.

Ainsi, des démarches environnementales sont indispensables et viennent compléter les démarches qualifiées.

2. Démarche environnementale

Le Château Smith Haut Lafitte peut se satisfaire d'un terroir d'exception qui offre la possibilité de produire des vins d'une qualité incontestable. C'est pourquoi, la sauvegarde de cet écosystème est au centre des préoccupations notamment depuis que les actuels propriétaires ont acquis le Château.

Depuis 2019, cet engagement s'exprime par une conduite de la vigne en agriculture biologique. En 2021, l'entièreté du vignoble est gérée en agriculture biologique afin de mieux respecter le milieu en minimisant l'impact des activités viti-vinicoles sur l'environnement.

Cette démarche qui s'inscrit dans une philosophie d'agriculture durable, est accompagnée par la pratique de diverses techniques culturales biodynamiques. Ces dernières ont de multiples effets et interviennent dans la prévention des maladies de la vigne. Certaines plantes utiles à la réalisation de ces tisanes sont directement cultivées par le Château (l'achillée millefeuille, la prêle, la tanaisie). Ces préparations sont appliquées par le biais de pulvérisateurs tractés par des chevaux.

Un compost est fabriqué annuellement à partir de crottin des chevaux de traits de la propriété et de déchets biologiques de la vigne et du chai et participe à cette dynamique de recyclage des déchets.

L'ensemble des essais à la vigne comme au chai sont de véritables engagements qui permettent d'évoluer sur les différents enjeux environnementaux et sur de multiples problématiques complexes et sociétales.

Si la conservation du milieu est primordiale, préserver la biodiversité et renforcer la pérennité de l'écosystème sont des enjeux prioritaires.

Les forêts, les vergers, les ruches et les potagers participent à cet équilibre. Ainsi, la promotion de l'agroforesterie et l'entretien des espaces verts notamment autour du Château renforcent l'ensemble des niches écologiques. De plus, l'île de Lalande du Château Smith Haut Lafitte est une véritable pépinière qui participe également à la sauvegarde de la biodiversité et donc de l'identité des vins du domaine.

Conclusion

Les vins du Château Smith Haut Lafitte sont reconnus parmi les meilleurs du monde et bénéficie d'une réputation incontestable que la propriété s'est chargée de bâtir tout au long de ces années.

Les installations du chai sont dotées des dernières technologies qui permettent de travailler la matière première en la sublimant et en respectant le terroir. En effet, les sols et les graves du Château offrent des particularités aromatiques bien spécifiques avec des notes fumées et de galets. L'enjeu consiste à parvenir à exprimer ces notes dans le bouquet du vin et donc ne pas le dénaturer au cours de la vinification et l'élevage. Ces grandes étapes de la production sont au service des raisins et de la nature et doivent participer à la sublimation du magnifique vignoble de la propriété.

Les équipements à la pointe de la technologie offrent la possibilité de travailler le raisin afin d'en extraire la meilleure qualité même dans le cas de millésime compliqué comme en 2021. Ces technologies alliées à la tradition, à la rigueur et à la précision sont la clé de réussite des équipes techniques du Château. Leur expertise, leur savoir-faire et leur expérience sont sans cesse sollicités pour les dégustations afin de conduire et piloter les vinifications et l'élevage des vins.

Bibliographie

CHASSAGNOU Catherine, 2011, Conditions optimisées de la mise en bouteille : raisonner le bouchage en vue de la préservation de la qualité pour le consommateur. *Chambre d'agriculture Gironde*, 4p.

Château Smith Haut Lafitte, [en ligne], Accueil. Consulté le 14/12/2021.
<https://www.smith-haut-lafitte.com>

GASPAROTTO Laure, 2018, L'atlas des vins de France. *Editions de Monza*, 359 p.

INAO, 2021, [en ligne]. Cahier des charges AOC Pessac-Léognan. Consulté le 4/04/2022.
https://www.inao.gouv.fr/show_texte/6075

LECOMPTE T., 2019, Prémices d'une sélection clonale privée aboutissant à la création d'un conservatoire de Cabernet – Sauvignon. *Mémoire de l'Université de Bordeaux*, 136 p.

Oenofrance, [en ligne]. Consulté le 19/02/2022.
<https://www.oenofrance.com/fr/produits>

Vignovin, [en ligne]. Consulté le 17/02/2022.
<https://www.vignovin.com/vinification>

CHÂTEAU SMITH HAUT LAFITTE

LES PRÉS D'AURIANE

Carte des Sols

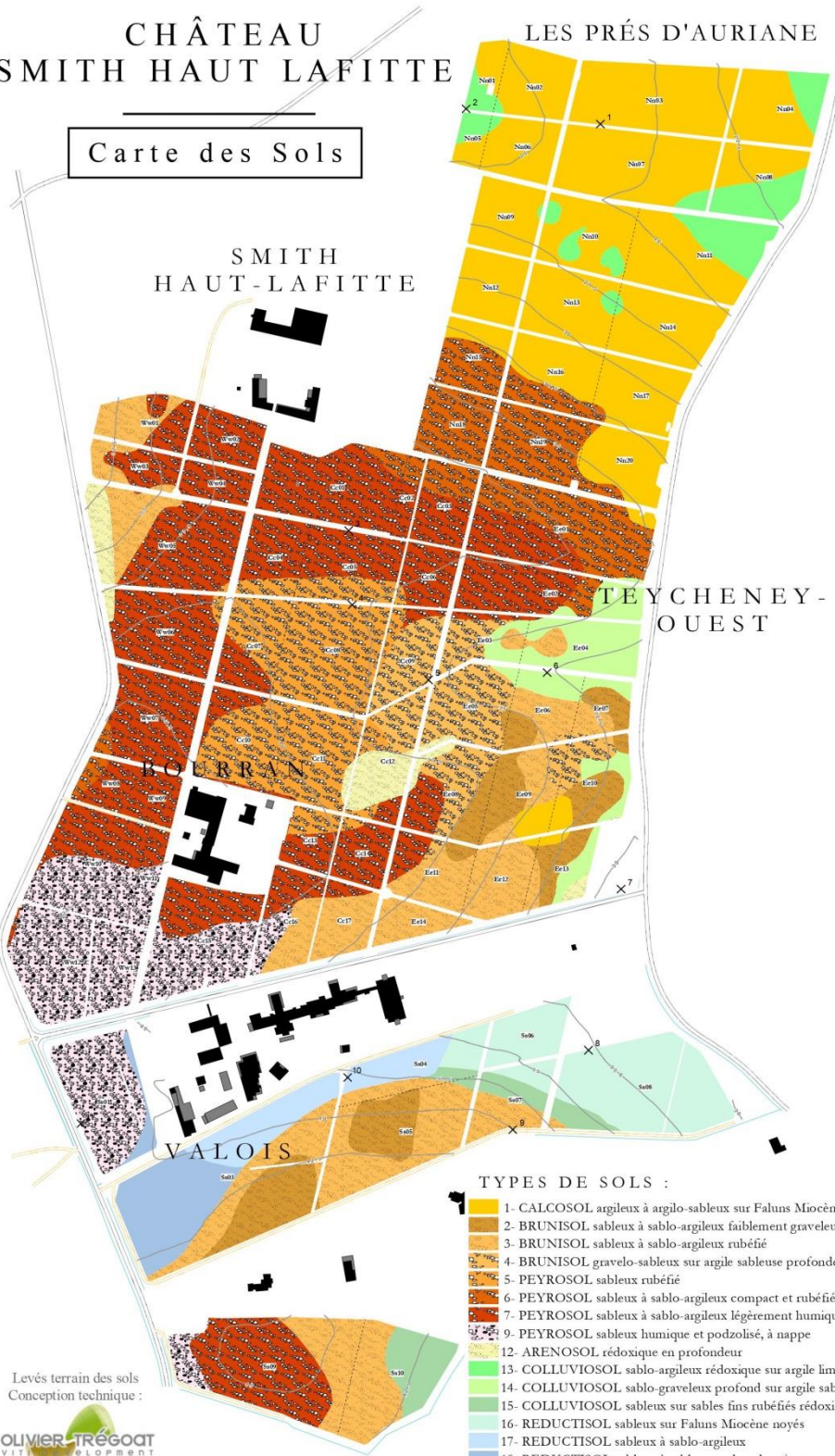


SMITH HAUT-LAFITTE

TEYCHENEY-OUEST

BOERRAN

VALOIS



Levés terrain des sols
Conception technique :

OLIVIER TRÉGOAT
VITICULTURE & DÉVELOPPEMENT

11 rue William et Catherine Booth - 34500 BÈZIERS - FRANCE
tél. : +33(0)3 815 623 402 - Fax : +33(0) 467 301 667
www.oliviertrégocat.com - Email : olivier@oliviertrégocat.com

0 100 200 m

TYPES DE SOLS :

- 1 - CALCOSOL argileux à argilo-sableux sur Faluns Miocène sains
 - 2 - BRUNISOL sableux à sablo-argileux faiblement graveleux rubéfié
 - 3 - BRUNISOL sableux à sablo-argileux rubéfié
 - 4 - BRUNISOL graveleux-sableux sur argile sableuse profonde rubéfiée
 - 5 - PEYROSOL sableux rubéfié
 - 6 - PEYROSOL sableux à sablo-argileux compact et rubéfié
 - 7 - PEYROSOL sableux à sablo-argileux légèrement humique et podzolisé
 - 9 - PEYROSOL sableux humique et podzolisé, à nappe
 - 12 - ARENOSOL rédoxique en profondeur
 - 13 - COLLUVIOSOL sablo-argileux rédoxique sur argile limoneuse calcaire Miocène
 - 14 - COLLUVIOSOL sablo-graveleux profond sur argile sableuse rubéfiée légèrement rédoxique
 - 15 - COLLUVIOSOL sableux sur sables fins rubéfiés rédoxiques
 - 16 - REDUCTISOL sableux sur Faluns Miocène noyés
 - 17 - REDUCTISOL sableux à sablo-argileux
 - 18 - REDUCTISOL sableux à sablo-graveleux humique
- ×¹⁰ Profil de référence

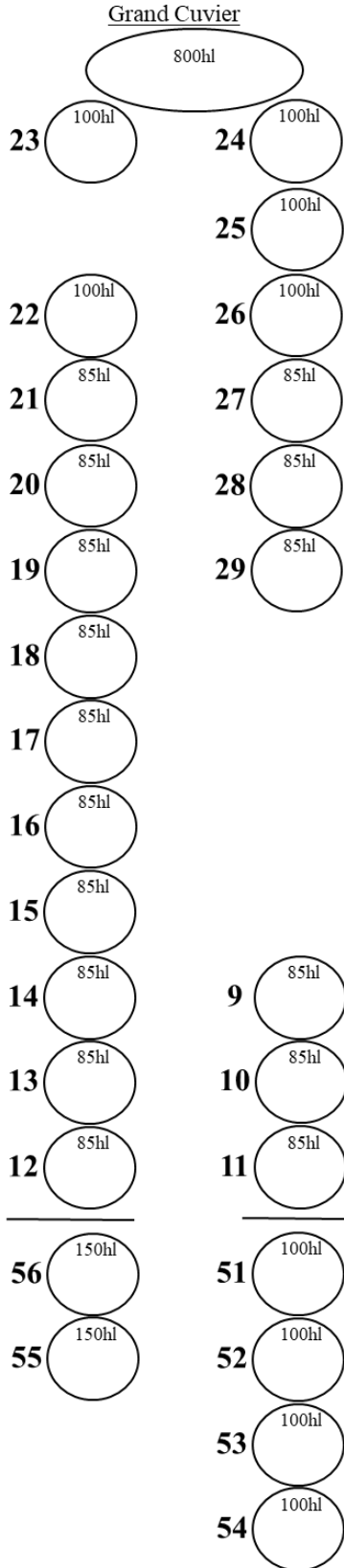
Graphique et Terroir
A. BERNARD expertise
Février 2014 - 05 56 48 21 31

Annexe 1. Carte des sols

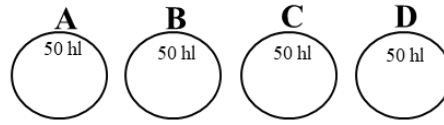
DATE:

CUVIER SMITH HAUT LAFITTE

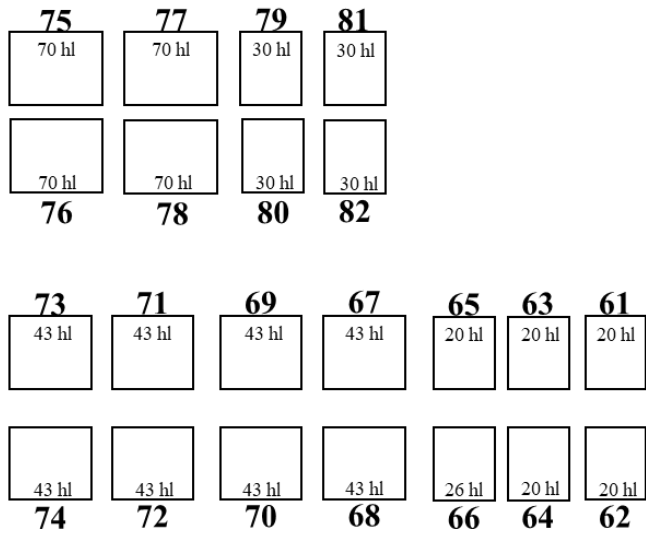
Avec les Volumes



Cuvier annexe



Cuvier inox



Cuvier 70hl

