



HAL
open science

Production d'un grand vin de bordeaux : le Château Cheval Blanc. Révélation d'un terroir par la vinification parcellaire : vision classique de vinification au sommet de la maîtrise

Grégoire Bucaille

► **To cite this version:**

Grégoire Bucaille. Production d'un grand vin de bordeaux : le Château Cheval Blanc. Révélation d'un terroir par la vinification parcellaire : vision classique de vinification au sommet de la maîtrise. Sciences du Vivant [q-bio]. 2020. dumas-04569804

HAL Id: dumas-04569804

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04569804>

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.



CHÂTEAU CHEVAL BLANC
1^{er} GRAND CRU CLASSÉ "A"

MEMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté pour l'obtention du
DIPLOME NATIONAL D'ŒNOLOGUE

PRODUCTION D'UN GRAND VIN DE BORDEAUX :
LE CHÂTEAU CHEVAL BLANC.

Révélation d'un terroir par la vinification parcellaire : vision
classique de vinification au sommet de la maîtrise.

Par
Grégoire BUCAILLE

Année de soutenance : 2020.

Organisme d'Accueil : Château Cheval Blanc.



CHÂTEAU CHEVAL BLANC
1^{er} GRAND CRU CLASSÉ "A"

MEMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté pour l'obtention du
DIPLOME NATIONAL D'ŒNOLOGUE

PRODUCTION D'UN GRAND VIN DE BORDEAUX :
LE CHÂTEAU CHEVAL BLANC.

Révélation d'un terroir par la vinification parcellaire : vision
classique de vinification au sommet de la maîtrise.

Par
Grégoire BUCAILLE

Année de soutenance : 2020.

Organisme d'Accueil :
Château Cheval Blanc.

Présenté le :
Lundi 6 Juillet 2020

Maître de stage :
Pierre-Olivier Clouet

Remerciements :

Je tiens à remercier Pierre-Olivier Clouet, directeur technique du domaine, pour m'avoir permis de réaliser cette étude dans un tel cadre et pour m'avoir guidé lors de mon stage. Je tiens aussi particulièrement remercier Nicolas Corporandy et Carole André, chef de culture et maître de chai, pour avoir permis de découvrir leurs métiers à hautes responsabilités.

Merci aux équipes de vigne (Betty, Carlos, Fabrice, Laurent, David et Jean-Claude) et du chai (Delphine, Benjamin, Louis et Jérémy) pour m'avoir toujours tendu la main et adopté comme l'un des leurs durant ces 9 mois.

Un grand merci à mes colocataires et co-stagiaires : Pierre Polbos, Hector Clutier, Charles Gotchac et Clémence Soule, pour m'avoir toujours soutenu au travail et à la maison.

Je suis très reconnaissant à toute l'équipe du Château Cheval Blanc en général qui m'a accueilli et autorisé à participer à l'aventure du domaine.

Mes profonds remerciements s'adressent à ma famille et à mes amis, qui m'ont montré un soutien indéfectible depuis le début de mes études et dans la vie.

Enfin, je pense surtout à mon grand-père Michel Poinard, grâce à qui j'ai pu découvrir le vin et déguster les premières bouteilles qui m'ont touché. Je ne déguste jamais de vin sans avoir une pensée pour lui.

Résumé :

A l'heure où le milieu du vin connaît le plus de progrès d'un point de vue technique, les grands domaines, notamment les grands crus du Bordelais continuent d'impressionner les experts de la dégustation, et à se démarquer. La technologie, les connaissances et le savoir-faire sont désormais accessibles à la majorité des producteurs, il ne devrait donc pas y avoir de raison pour qu'un domaine comme le Château Cheval Blanc et les autres grands crus gardent leur statut de leader en termes de qualité de vin. Pour expliquer cela, nous nous sommes intéressés, non pas à l'histoire qui a façonné l'image qualitative du Château Cheval Blanc, mais comment l'équipe technique utilise son outil de travail pour le maintenir au rang de leader quasi-mondial : un chai adapté et façonné à partir d'un parcellaire, lui-même dessiné selon le terroir. Nous verrons comment les méthodes de vinification pourtant classiques pour Bordeaux, sont élevées au paroxysme de la rigueur, et comment la conception du chai permet de travailler le produit dans les meilleures conditions possibles. Il est ressorti de cette étude que le nouveau chai de vinification ne laisse quasiment pas de place à l'erreur, tout comme les méthodes de travail employées. Bien qu'en réalisant une vinification relativement classique, les conditions de vinification parcellaire ainsi que le contrôle systématique de l'hygiène et de l'évolution du vin, préservent l'excellence du Château Cheval Blanc et lui permettent de se démarquer à la dégustation.

Abstract :

Even if the wine-world shows more and more technical progress, the great wineries, for example the great Bordeaux, still impress every winetasting expert, and keep their lead. Technology, knowledge and expertise are now accessible to a great majority of all wineries, so there should be no reason that a vineyard like Château Cheval Blanc and the other Bordeaux First Growths stay at the first place in terms of quality. To explain this, without studying the history that maintains without a doubt this quality image, we got interested in explaining how the technical team uses its winemaking tool to keep Chateau Cheval Blanc at the pole position of the wine world: a cellar adapted to the parcels, themselves adapted to the terroir. We will see how the vinification methods, although conventional for Bordeaux, are pushed to the edge of rigor, and how the conception of the modern cellar gives the opportunity to work in the very best conditions. This study showed that the new cellar doesn't give space for mistakes, just like the vinification methods that are used. Even if the vinification is very classical for Bordeaux, the parcellar vinification conditions coupled with the extreme hygiene and quality control allow Château Cheval Blanc to stand out in a wine tasting.

Introduction :	9
Quelques clarifications pour le cadrage du mémoire :	11
A. La vinification parcellaire au Château Cheval Blanc : révélation des terroirs.	12
a. Cheval Blanc : un grand vin qui se construit sur son terroir.	12
i. Situation géographique et histoire du domaine.	12
ii. Une mosaïque de terroirs exceptionnelle.....	12
iii. Le matériel végétal : Le Cabernet Franc et le Merlot sur un pied d'égalité.	14
1. La sélection clonale privée de Cabernet Franc.....	14
2. La sélection clonale privée de Merlot.	16
iv. Le travail à la vigne : un travail de précision pour l'obtention d'un grand potentiel de vinification.	16
1. Des ressources humaines et matérielles adaptées à une viticulture de haute précision.....	16
2. Les travaux à la vigne se font dans le respect du terroir et du végétal.....	18
b. Les vins produits par le domaine	18
a. Moyens de production : un outil de vinification des plus performants.	20
i. Le Chai : la pièce maitresse de Cheval Blanc.....	20
ii. Les équipements purement techniques du chai.	22
iii. Organisation de l'équipe du chai en temps de vendanges.	24
b. Déroulement et organisation de la vinification parcellaire.	26
i. A l'approche des vendanges : la maturation donne le tempo.	28
1. L'analyse des baies : une approche très théorique.....	28
2. La dégustation de baies garde le dernier mot.	30
ii. Récolte, tri et encuvage des raisins : adaptation à la vinification parcellaire.	32
1. Récolte de la parcelle et attribution de sa cuve.....	32
2. Tri des raisins avant encuvage : une chaîne de tri humaine.	32
3. Préparation de la cuve et encuvage par gravité.	34
1. Point sur la propreté et l'hygiène	36
iii. Fermentation alcoolique et macération en vinification parcellaire.....	36
1. Déroulement chronologique et opérations de fermentation.	36
2. Dans le cadre de la vinification parcellaire : la dégustation pour l'exploitation de chaque parcelle.....	42
3. Point sur la propreté et l'hygiène.	44
4. Problèmes rencontrés durant la fermentation alcoolique.....	44
iv. Fermentation malolactique et assemblage en vinification parcellaire.	52
1. Rôle de la fermentation malolactique.	52

2.	Préparation à la fermentation malolactique.....	52
3.	Déroulement et suivi de la fermentation malolactique.....	54
4.	Problèmes rencontrés lors de la fermentation malolactique.	56
B.	Élevage au Château Cheval Blanc : des méthodes de travail classiques mais qui poussent la rigueur à son paroxysme.....	58
a.	Quelques mots sur l'élevage à Cheval Blanc.....	58
i.	Objectif de l'élevage : la production d'un vin plus complexe et apte à la garde. ...	58
ii.	Le chai à barriques : un outil fonctionnel dans la continuité du cuvier de Cheval Blanc.	58
iii.	Méthode d'élevage au Château Cheval Blanc.....	60
b.	Après les vinifications, le vin est préparé à l'élevage par l'assemblage.....	62
c.	Élevage sous-bois du vin : un travail long et précis.....	64
i.	Le choix des tonneliers : un choix porté vers la qualité du vin final.....	64
ii.	Contrôle qualité des barriques.....	66
iii.	Organisation et disposition des barriques dans le chai.....	66
iv.	Organisation des travaux sur le vin en élevage.....	68
v.	Contrôle qualité en cours d'élevage.	72
vi.	Réaction de l'équipe du chai en cas de déviance d'une barrique.....	74
d.	Stabilisation et conditionnement du vin.....	74
i.	La stabilisation par collage et filtration : un raisonnement adapté au millésime. ..	76
ii.	La mise en bouteille : une dernière étape risquée et sous surveillance.	76
e.	Quelques mots sur l'aspect économique de production.	78
	Conclusion :.....	80

TABLE DES FIGURES :

Figure 1 : Situation et topographie du Château Cheval Blanc	13
Figure 2 : Carte des sols du Château Cheval Blanc.....	13
Figure 3 : Encépagement et position des placettes terroir.....	15
Figure 4 : Organisation humaine du travail à la vigne.....	17
Figure 5 : Organisation technique du travail au vignoble.	19
Figure 6 : Prix des vins rouges du Château Cheval Blanc depuis 2011.....	19
Figure 7 : Présentation du nouveau Chai ultra-moderne du Château Cheval Blanc	21
Figure 8 : Organisation du Chai de vinification.	23
Figure 9 : Plan et volumes des différentes cuves du cuvier principal.	23
Figure 10 : Plan et équipement des cuves en béton.....	25
Figure 11 : Plan et volumes des cuves du chai annexe et du chai d'assemblage.....	25
Figure 12 : Organisation humaine du travail au chai	25
Figure 13 : Résultats des contrôles de maturité de la parcelle 17 (merlot).....	29
Figure 14 : Dates des vendanges par parcelle en fonction de l'âge, du terroir et du cépage. 31	
Figure 15 : Organisation de la chaîne de tri au Château Cheval Blanc.....	33
Figure 16 : Remplissage par gravité de la cuve après tri.....	35
Figure 17 : Prévention de l'oxydation dans le cuvion grâce à de la carboglace.....	35
Figure 18 : Protocole de fermentation au Château Cheval Blanc	37
Figure 19 : Rôle de la section réduite lors des remontages.....	37
Figure 20 : Rôle et organisation d'un remontage classique.....	39
Figure 21 : Rôle de la vidange d'une cuve pour la destruction du chapeau de marc lors d'un délestage.....	39
Figure 22 : Décuvage des cuves dans des conquêts mobiles en inox	43
Figure 23 : Dégustation quotidienne des cuves/parcelles	43
Figure 24 : Gestion d'un arrêt de fermentation par réintroduction d'une population levurienne	45
Figure 25 : Débordement d'une cuve	49
Figure 26 : Méthode pour réaliser un brassage d'une cuve pour relancer la fermentation... 49	
Figure 27 : Protection du vin après fermentation alcoolique	55
Figure 28 : Brassage d'une cuve pour relancer la fermentation malolactique	57
Figure 29 : Organisation du Chai à barriques au Château Cheval Blanc	59
Figure 30 : Plan détaillé du chai à barriques	61
Figure 31 : Organisation des assemblages au Château Cheval Blanc pour le millésime 2019 63	
Figure 32 : Alimentation égale de chaque cuve de destination.....	65
Figure 33 : Fournisseurs et quantités de barriques pour le millésime 2019.....	67
Figure 34 : Présentation de l'utilisation d'un TCA-test	67
Figure 35 : Disposition des barriques selon les volumes	69
Figure 36 : Organisation des différents blocs de barriques et des tonneliers	69
Figure 37 : Stockage du vin utilisé pour les ouillages.....	69
Figure 38 : Préparation des "esquives" pour les soutirages traditionnels	69
Figure 39 : Méthode d'un soutirage traditionnel "à l'esquive".....	71
Figure 40 : Utilisation de bondes en verre après l'entonnage pour permettre un dégazage . 71	
Figure 41 : Méthode de nettoyage d'une barrique avant réentonnage	71
Figure 42 : Filtration tangentielle d'une barrique comportant une population de Brettanomyces.....	75

Figure 43 : Incorporation de l'albumine par l'effet venturi lors d'un collage	77
Figure 44 : Contrôle de l'oxygène dissous pour chaque lot lors de la mise en bouteille	79

Introduction :

« *L'homme doit au vin d'être le seul animal à boire sans soif* ». Voilà ce que Pline l'Ancien, un écrivain latin né en l'an 23, disait du vin. Il est vrai que si le vin n'est pas un produit de première nécessité, son histoire se confond avec celle de l'Homme. Même si elle reste encore aujourd'hui incertaine, son histoire remonte 8000 ans avant notre ère, lorsque du vin fut élaboré à base de vigne sauvage *Vitis Vinifera Sylvestris* dans le Caucase, dans l'actuelle Géorgie. Symbole de convivialité, d'ivresse et de fête, la vigne et le vin ont voyagé avec les différentes civilisations : des hommes du néolithique à aujourd'hui en passant par les grecs, les romains et les colons, la vigne a pu s'implanter partout dans le monde pour la production de la plus noble des boissons. Ce sont les grecs phocéens qui ont introduit la vigne en Gaule lors de la création de Massilia (actuelle Marseille). Depuis, les terroirs français et le vin sont inséparables.

Si le vin a gardé sa symbolique de plaisir et de fête, les enjeux ont fortement évolué. Aujourd'hui, sa production représente des enjeux financiers majeurs : se rapprochant de 9 milliards d'€, la France est à la première place des pays exportateurs de vins (en valeur) en 2018. La viticulture est aussi 2ème contributrice à la balance commerciale française avec 11,5 milliards d'€. (Source Agreste). Réputée dans le monde entier pour ses grands terroirs (Bourgogne, Champagne, Bordeaux, ...), la France a fait de la viticulture-œnologie son fer de lance dans le commerce et sans son image de prestige.

Ce sont les romains qui ont amené la vigne dans le Bordelais, région mondialement réputée pour ses vins de garde fins et puissants. Les traces les plus anciennes d'une présence de vignes sur le lieu-dit Cheval Blanc datent du XVème siècle. Depuis 1832, son parcellaire de 39ha, s'étalant sur une mosaïque de terroirs entre Pomerol et Saint-Emilion est quasiment resté inchangé. Année après année, ce vignoble a dû s'adapter aux nouvelles pratiques viticoles et œnologiques. En 1954, le Château Cheval Blanc, en compagnie de Château Ausone, se voit attribuer la plus grande reconnaissance de terroirs, de savoir-faire et de qualité : il est couronné Premier Grand Cru classé « A ».

Les grands connaisseurs de vin s'accordent pour dire que les grands vins doivent représenter une région, une appellation, un terroir. Que si les vins de terroir se font à la vigne, le rôle du chai est de maintenir le potentiel acquis au cours du cycle par les raisins. Si cela semble vrai, la tâche du vinificateur est plus complexe que jamais : avec le progrès de la viticulture et l'obtention de raisins de plus en plus parfaits, ce dernier n'a plus le droit à l'erreur, et doit faire un très grand vin à partir de très grands terroirs. Au premier rang très prisé de la vitrine du vin français, le Château Cheval Blanc doit représenter le Bordelais, Saint-Émilion, et le très grand terroir sur lequel il s'étend.

Ce rapport naît des préoccupations du Château Cheval Blanc pour produire un produit de la plus grande qualité, en exprimant son terroir et son identité unique, dans un monde où les

attentes qualitatives sont croissantes et les possibilités de vinification de plus en plus diverses.
Comment la vinification parcellaire permet-elle de révéler le terroir qu'occupe le Château Cheval Blanc ? Quelle rigueur de vinification et d'élevage sont nécessaires pour préserver le potentiel acquis à la vigne et la production d'un grand vin ?

Quelques clarifications pour le cadrage du mémoire :

Pour que ce rapport soit le plus clair possible aux yeux des lecteurs, certains points nécessitent d'être spécifiés :

- Rôle de l'élève au sein de l'entreprise :

J'ai été accueilli au Château Cheval Blanc du 15 Avril 2019 au 21 Décembre 2019. De Avril à Septembre, j'ai œuvré dans les vignes pour les 3 « domaines » de la propriété : Château Cheval Blanc, Château Quinault l'Enclos (Grand cru de Saint-Émilion de 18ha) et La Tour du Pin (domaine voisin de Cheval Blanc racheté en ... pour la production du vin « Petit Cheval Blanc » en appellation Bordeaux Blanc).

De Septembre à Décembre, j'ai travaillé pour les vinifications et l'élevage des vins au Château Cheval Blanc et au Château Quinault l'Enclos. Les trois stagiaires dont je faisais partie se répartissaient le travail selon des rotations (2 semaines à vinifier à Cheval Blanc puis une semaine au Château Quinault l'Enclos).

- Thématique du rapport :

Ce rapport traitant surtout l'exploitation de différents terroirs au moyen de la vinification parcellaire et de l'élevage, il se focalisera sur les terroirs du Château Cheval Blanc et donc la vinification et l'élevage de ses vins. Les domaines La Tour du Pin et Quinault l'Enclos ne seront donc pas traités par la suite. Il est cependant intéressant de noter que la vision de Château Cheval Blanc déteint fortement sur ces deux domaines.

Nous nous intéresserons dans un premier temps à la vinification au Château Cheval Blanc : du terroir jusqu'à l'entonnage pour son élevage. Nous verrons comment l'équipe technique met l'accent sur la notion de terroir et comment les vinifications et l'outil de vinification ont été pensés et organisés pour révéler au plus possible les terroirs du domaine.

Ensuite, nous nous concentrerons sur l'élevage et la rigueur appliquée en termes d'hygiène et de précision pour ne rien laisser au hasard. Nous verrons comment l'élevage est suivi, comment les tonneliers sont choisis, et la manière dont le vin est préparé à la mise en bouteille.

A. La vinification parcellaire au Château Cheval Blanc : révélation des terroirs.

a. Cheval Blanc : un grand vin qui se construit sur son terroir.

Le terroir, le matériel végétal, et le savoir-faire du vigneron. Telles sont les trois composantes essentielles à la production d'un raisin au potentiel de vinification. Nous verrons dans cette partie comment ces trois paramètres sont gérés au Château Cheval Blanc pour démarrer les vinifications sur les meilleures bases possibles, pour la production d'un grand vin.

i. Situation géographique et histoire du domaine.

Le Château Cheval Blanc se situe dans l'aire d'appellation de Saint-Emilion, la "colline aux mille châteaux" (Figure [1]), à 50km à l'Est de Bordeaux sur la rive droite. Saint-Emilion est constitué d'un plateau calcaire tertiaire bordé par le ruisseau de la Barbanne au nord et de la Dordogne au sud, et d'un territoire de colluvions très variés déposés par la Dordogne et l'Isle dans la plaine. Cette diversité de sols et le climat favorable à la vigne confère une mosaïque de terroirs extraordinaires aux vigneron et offre l'opportunité de réaliser des vins très complexes. Contrairement aux domaines connus de Saint-Émilion qui s'étendent sur le plateau calcaire, le Château Cheval Blanc exploite un terroir d'alluvions et colluvions dans la plaine, à l'Ouest du plateau.

Occupant à la base des terres non qualitatives qui appartenaient au Château Figeac, Jean Laussac-Fourcaud et sa femme (dont la famille en resteront les propriétaires jusqu'en 1998), vont impulser l'essor du domaine : installation de drains souterrains dans des terres argileuses souvent inondées, plantation de Cabernet Franc atypique de la région à l'époque mais qui fait jusqu'à aujourd'hui l'identité de Cheval Blanc, construction du château, et commercialisation du vin sous le nom de "Château Cheval Blanc" au lieu de "vin de Figeac".

En 1954, après tant d'années de travail acharné et de précision, Château Cheval Blanc obtient la plus haute distinction lors de la première classification des vins de Saint-Emilion par l'INAO qu'il partage avec Château Ausone : celle de "Premier Grand Cru classé A".

ii. Une mosaïque de terroirs exceptionnelle.

Aujourd'hui, le terroir de Cheval Blanc est connu de tous. Il occupe 40 ha dont 33 sont en production en moyenne. Ces 40 ha sont découpés en 45 parcelles (cf. annexe 1 et 2) et produisent annuellement environ 1000 hL de vin. Trois cépages sont implantés sur le parcellaire : le Cabernet Sauvignon à la hauteur de 5% seulement, le Merlot à 42%... mais c'est la majorité de Cabernet Franc qui marque la signature de Château Cheval Blanc. Là où quasiment tous les producteurs de l'appellation se sont mis à travailler avec une grande majorité de Merlot, le Cabernet Franc occupe 53% à Cheval Blanc.



Figure 1 : Situation et topographie du Château Cheval Blanc



Figure 2 : Carte des sols du Château Cheval Blanc

Les sols sont également d'une grande richesse (Figure [2]) :

- Des sols graveleux : les peyrosols, des sols très « caillouteux » avec plus de 50% d'éléments grossiers. Ils ont une réserve en eau faible et obligent les racines à plonger très profondément dans le sol (1m20 en moyenne).
- Des sols argileux : Les planosols sédimorphes se composent d'un sous-sol argileux à plus de 60% très profond, sur lequel reposent des couches argilo-sableuses. Ces parcelles sont moins sujettes au stress hydrique.
- Des sols sableux : les luvisols à clay profond sont sableux puis sablo-argileux en profondeur et ne sont jamais en déficit hydrique du fait de la présence d'une nappe d'eau de 60cm à 1m60 de profondeur.

Il serait dommage de ne pas exploiter une telle palette de terroirs à son maximum. Chacun de ces sols apporte des qualités différentes aux raisins, et une vinification parcelle par parcelle semble avoir beaucoup de sens pour rendre compte de ce que chaque terroir peut offrir.

Pour suivre chaque couple « cépage-terroir » et rendre compte de ce que chacun d'eux peut apporter au vin, des « placettes terroir » ont été installées pour les 7 différentes associations possibles (Figure[3]) : Cabernet Sauvignon sur graves, Merlot sur graves, Merlot sur sables, Merlot sur argiles, Cabernet Franc sur Graves, Cabernet Franc sur sables et Cabernet Franc sur argiles. Le suivi de ces placettes terroir et leurs vinifications et élevage en conditions égales permet à l'équipe technique d'en savoir encore mieux ce que chaque terroir apporte d'affiner plus précisément le vin qui doit être fidèle à son style.

iii. Le matériel végétal : Le Cabernet Franc et le Merlot sur un pied d'égalité.

Comme nous l'avons dit précédemment, le Cabernet Franc est présent en proportions à peu près égales au roi de Bordeaux, le Merlot (53% contre 42%). Si l'équipe technique responsable du vignoble (Pierre-Olivier Clouet en tant que directeur technique et Nicolas Corporandy en tant que chef de culture) est consciente de la qualité de ses terroirs, elle observe aussi le vieillissement de son parcellaire. Tout l'enjeu est de renouveler le matériel végétal sans remettre en cause la qualité du vin produit (Certaines parcelles comme la parcelle 14 de Cabernet Franc fêteront leurs 100 ans en 2020, la parcelle 6 de Merlot date quant à elle de 1930).

1. La sélection clonale privée de Cabernet Franc.

Conscient de son trésor en termes de matériel végétal, une sélection de pieds-mères s'est effectuée entre 1996 et 2010. Ces pieds-mères ont été plantés selon la logique : un génotype par parcelle. Si la sélection massale prend tout son sens avec le Pinot Noir sur la grande

DOMAINE
 CHÂTEAU CHEVAL BLANC
 1er Grand Cru Classé A
 Saint-Émilion

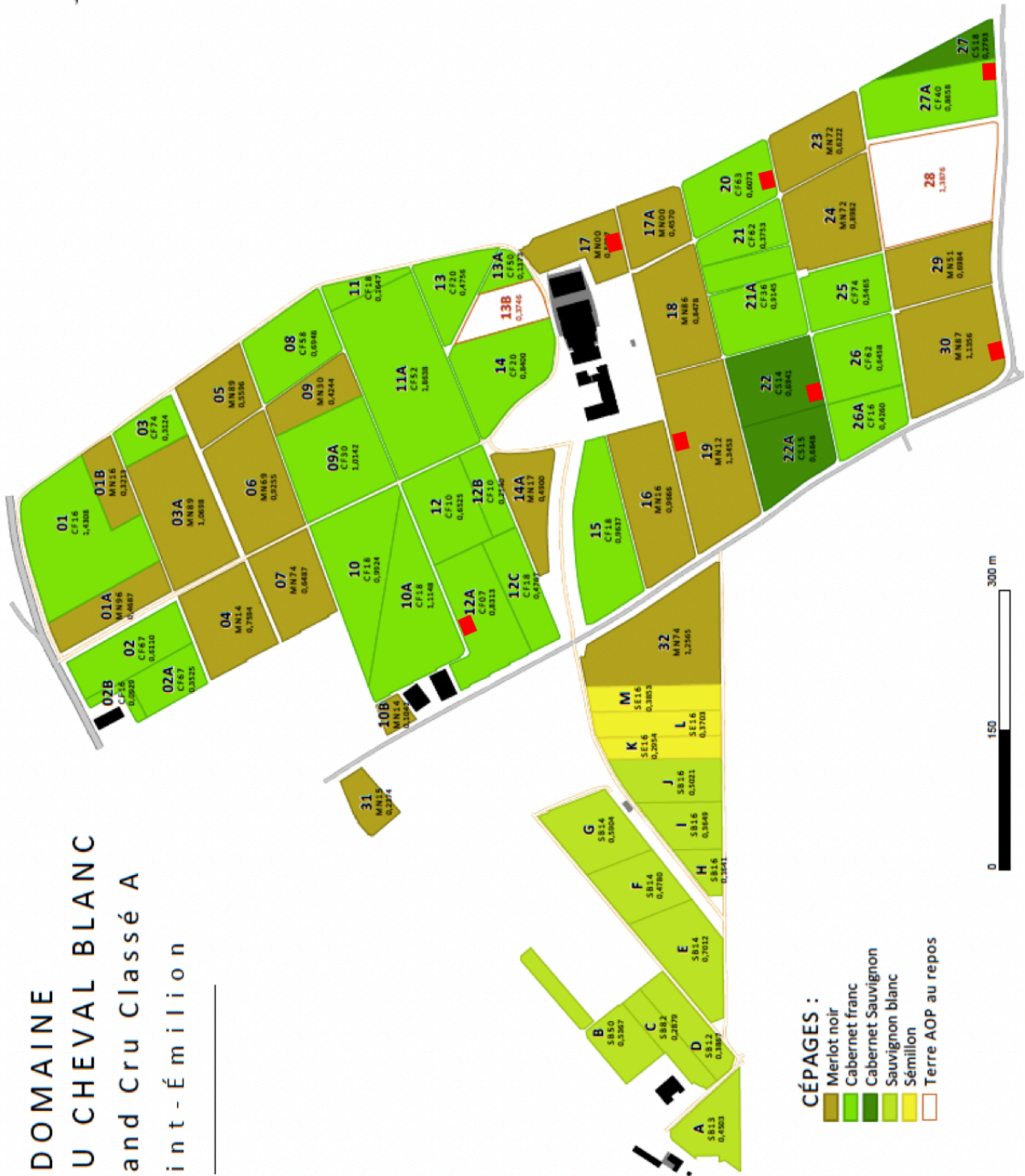


Figure 3 : Encépagement et position des placettes terroir.

diversité de terroirs bourguignons (la variété génétique contribuant à la complexité des vins et les différences de maturité à la complexité aromatique d'une parcelle), l'équipe technique n'est pas de cet avis... pour le Cabernet Franc. En effet, la variété génotypique d'une sélection massale est dangereuse pour le Cabernet Franc : ce dernier présente des teneurs en méthoxypyrazines et plus particulièrement en IBPM (isobutyl-méthoxypyrazines) dangereuses pour la qualité du vin lorsqu'il est en sous-maturité. L'équipe technique a donc planté un seul génotype par parcelle, préférant une diversité inter-parcellaire à une diversité intra-parcellaire qu'aurait amené une sélection massale, pour resserrer les écarts de maturité. Pour préserver son patrimoine génétique, le domaine a donc procédé à une sélection clonale privée : les clones utilisés sont des pieds sélectionnés dans les vieilles parcelles historiques et ont fait l'objet de tests plus poussés que pour une sélection massale.

2. La sélection clonale privée de Merlot.

Si la sélection clonale semble logique pour le Cabernet Franc compte tenu de sa relativement faible utilisation dans le Bordelais et ses risques de sous-maturité, la sélection clonale semble plus appropriée pour le Merlot. En effet, ce dernier est le cépage phare de la région et les catalogues de clones sont très fournis le concernant. Cependant, l'équipe technique a aussi voulu protéger son patrimoine génétique et a initié, comme pour le Cabernet Franc, une sélection clonale privée. Les clones commerciaux utilisés jusqu'à présent (181, 182, 343, 346) donnent cependant entière satisfaction.

iv. Le travail à la vigne : un travail de précision pour l'obtention d'un grand potentiel de vinification.

Comme nous l'avons dit précédemment, il est nécessaire d'avoir un raisin de qualité pour produire un grand vin. Si le terroir au sens strict (sols et climat) de Cheval Blanc est exceptionnel, et que le matériel végétal y est adapté, le travail du vigneron est le troisième facteur indispensable pour la production d'un vin de qualité.

1. Des ressources humaines et matérielles adaptées à une viticulture de haute précision.

Nicolas Corporandy est à la tête du pôle viticole de Cheval Blanc et la Tour du Pin. Il est responsable de plusieurs employés (Figure [4]) :

- Un second de culture qui s'occupe des suivis agronomiques des différentes parcelles et des expérimentations en cours.
- Quatre tractoristes : taille, travaux des sols, traitements, rognages...
- Cinq « prix-faiteuses » : elles sont responsables des travaux comme le relevage, dédoubleage, tirage des bois, calage, pliage... Elles sont chacune responsables de plusieurs parcelles.

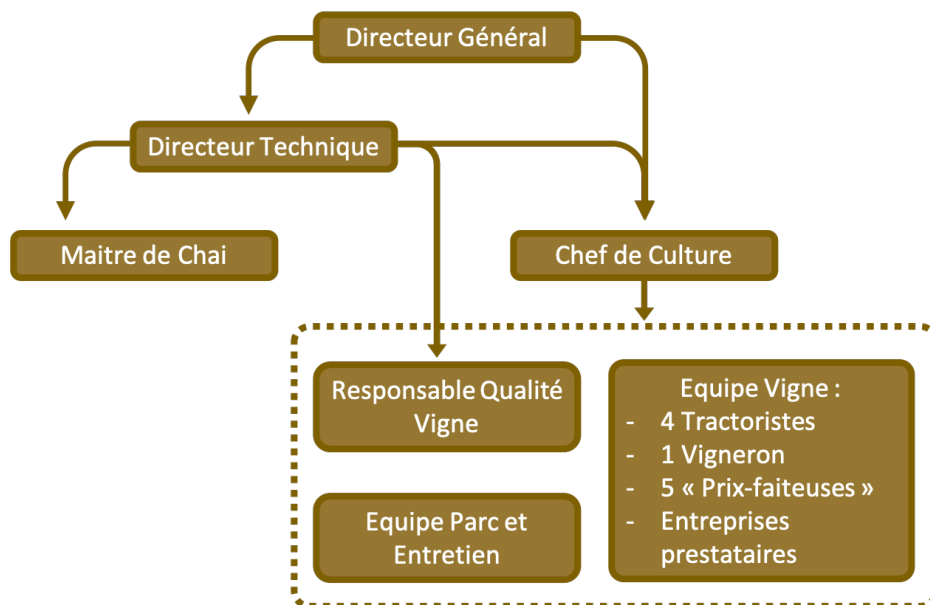


Figure 4 : Organisation humaine du travail à la vigne.

- Un vigneron : il s'occupe du carassonage, du remplacement des culées ou des piquets.
- Deux entreprises de prestation : « Banton-Lauret » et « Grappes d'Or » qui viennent faire les travaux en vert. Le recours à ces entreprises, bien qu'onéreuses, permet d'avoir une grande force de réaction lorsqu'un travail doit être fait urgemment.

Les ressources matérielles et humaines au domaine sont largement suffisantes pour travailler de manière extrêmement précise. Le fait que chaque tractoriste ait un tracteur enjambeur en est le parfait exemple : la totalité du domaine peut être traitée en une seule journée de travail en cas de menace cryptogamique, pour protéger au mieux le raisin.

2. Les travaux à la vigne se font dans le respect du terroir et du végétal

Les travaux de la vigne sont résumés dans la Figure [5]. Dans l'ensemble, le domaine se repose sur des pratiques respectant l'environnement et les usagers : désherbage mécanique, refus d'utilisation d'anti-botrytis, certification HVE et installation de haies ou de ruches sont autant de signes de la volonté de respecter le terroir exploité. Le travail viticole est effectué de manière très précise et le domaine dispose d'une très grande adaptabilité selon les besoins.

Le travail de la vigne étant des plus minutieux, le matériel végétal des plus adaptés et le terroir des plus prometteurs, tout est réuni pour récolter un raisin d'une qualité parfaite (si l'on supprime évidemment les aléas des catastrophes climatiques comme la grêle ou le fameux gel de 2017 par exemple).

b. Les vins produits par le domaine

La plupart des grands crus bordelais produit ses vins de manière très simple : un grand vin au nom du Château, et un second vin au nom différent, produit avec les cuves n'ayant pas le niveau du grand vin. Cheval Blanc ne déroge pas à la règle. Ainsi, le domaine produit un grand vin du nom de « Château Cheval Blanc » et un second vin du nom de « Petit Cheval ». Ces deux vins sont dépendants l'un de l'autre : on constate par exemple que pour les « grands millésimes », la production de Château Cheval Blanc est bien plus importante, et donc que celle de Petit Cheval baisse.

Ces deux cuvées sont très soumises aux prix de négoce de la place de Bordeaux, c'est-à-dire à la spéculation. Comme tous les grands châteaux, le prix de ces bouteilles s'est envolé au cours des dernières années (Figure [6]). Petit Cheval n'a pas toujours été produit ces dernières années. En 2015, tout a été produit en « Cheval Blanc », la qualité du millésime ne laissant pas de place pour « Petit Cheval ». Ce fut aussi le cas en 2017 malgré l'épisode de gel.

En moyenne, le Château produit environ 120.000 bouteilles dont 15.000 de Petit Cheval et 105.000 de Cheval Blanc. A la dégustation, si les arômes des deux vins se ressemblent (Fruit

Travail	Mode opératoire		Période / Fréquence	Objectif	
Taille	Guyot simple		depuis 2008	Contrôle de la charge	
Travaux en vert	Epamprage		Mai	Contrôle de la vigueur	
	Dédoublage		Mai	Contrôle de la vigueur	
	Palissage		3 passages	Microclimats, possibilité de passage en enjambeur	
	Ecimage et Rognage		3 passages	Microclimats, pulvérisation efficace, contrôle de vigueur	
	Efeuillage		Nouaison	Microclimat, élimination de pyrazines photosensibles	
	Vendange verte		Non systématique	Contrôle de la vigueur et de la charge	
Traitements	Conventionnel si forte pression		Sur conseil de Touzan consultants	prévention de maladies cryptogamiques et ravageurs	
Amendements	Foliaires	Ca, Mg, Fe, Cu	en été	Equilibre et santé de la vigne	
	Sols	Organiques	début de l'hiver	Equilibre et santé du sol	
Travaux du sol	Sous le Cavaillon		Chaussage-déchaussage	2 passages	Contrôle de la concurrence
			Tirage des cavaillons	2 passages	Contrôle de la concurrence
	Dans l'inter-rang	Parcelles enherbées	Tontes	3 passages	Contrôle de la concurrence
		Parcelles non enherbées	3 griffages	Avril à Novembre	Contrôle de la concurrence
			Décompactage 1 rang sur 2	Début de l'hiver	Enracinement, aération du sol, décompactation

Figure 5 : Organisation technique du travail au vignoble.

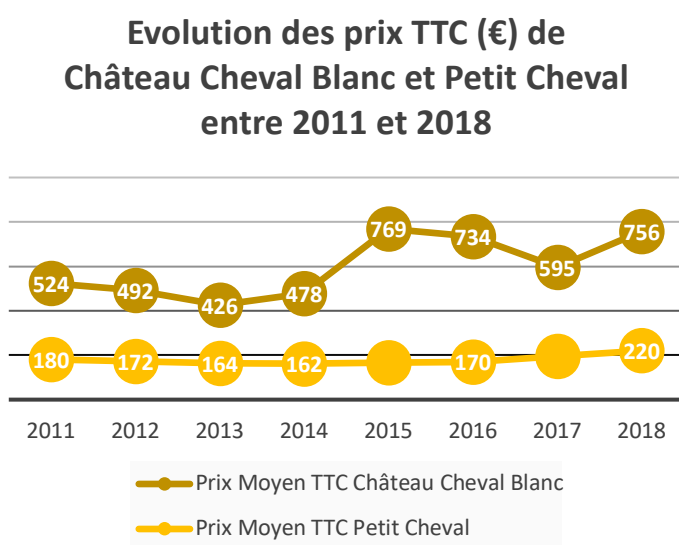


Figure 6 : Prix des vins rouges du Château Cheval Blanc depuis 2011

rouge, cuir noble, fumé, épices douces, violette), c'est la structure et la longueur en bouche qui fait la différence. Il est aussi important de noter la fraîcheur qu'apporte le Cabernet Franc à l'assemblage, le distinguant des autres Châteaux voisins à forte dominante de Merlot.

a. Moyens de production : un outil de vinification des plus performants.

Ayant acquis un tel potentiel depuis le printemps jusqu'aux vendanges, il est désormais temps pour le vinificateur d'entrer en jeu et de maintenir ce potentiel du raisin lors de sa transformation en vin. Pour travailler dans les meilleures conditions et exploiter au mieux les raisins produits, les propriétaires (LVMH et Baron Albert Frère) ont fait construire un nouveau chai ultra-équipé et fonctionnel en 2011 (Figure []). Nous allons étudier cet outil de production à travers plusieurs axes : la préservation de l'image de marque, la fonctionnalité du bâtiment et ses équipements.

Il est important de mettre un accent sur le réel but de cette construction : la vision du domaine étant de produire le même vin qu'il y a cent ans, l'objectif du nouveau chai n'est pas de changer le profil du vin. Toutes les modifications ont eu pour but de préserver le profil œnologique et gustatif de Cheval Blanc. La motivation majeure pour la construction de ce chai fut simple : l'accès à la vinification parcellaire. A ce propos, l'équipe technique aime dire que *« le but est d'avoir la même photographie, mais avec cinquante fois plus de pixels, pour gagner en précision dans le profil du vin »*.

i. Le Chai : la pièce maitresse de Cheval Blanc.

Si le domaine profite d'une reconnaissance mondiale, la file d'attente pour pouvoir le visiter est très longue. Pour être transparent quant à la production du vin, le domaine est ouvert à la visite et il est le seul de Bordeaux à ouvrir les portes de son chai en temps de vinification. De plus, beaucoup d'évènements sont organisés pendant et hors de la période de vinification : Les « Vendanges Off » (invitation de personnalités pour vivre une journée de vendanges et vinification au domaine), concerts classiques dans le cuvier... Il va donc de soi que pour que le domaine puisse accueillir du monde en pleine période de travaux intenses et préserve son image prestigieuse et qualitative, l'architecte Christian de Portzamparc a eu un cahier des charges compliqué et ambitieux. Les critères étaient nombreux :

- Certains portaient exclusivement sur l'image du Domaine sans jouer sur la qualité du vin : la « légèreté » de la structure. La pureté du chai avec des tons très sobres et épurés du cuvier. Le chai est également à « Haute Valeur Environnementale », une valeur prônée par l'équipe technique et comptant dans l'image du domaine.
- D'autres critères, bien que parfois esthétiques, ont été combinés à la praticité et l'efficacité de l'outil de travail :



Figure 7 : Présentation du nouveau Chai ultra-moderne du Château Cheval Blanc

- Un Chai central : Cheval Blanc étant d'un seul tenant, le chai occupe une place idéale d'un niveau pratique et esthétique en étant au centre du domaine.
- Un cuvier simple et sans superflu : à première vue, on distingue seulement les cuves. Effectivement esthétique, cela représente aussi un avantage pour les équipes qui peuvent se concentrer sur l'essentiel, sachant que tout le matériel est rangé et à sa place dans les locaux techniques.
- De l'espace : ce grand espace jouant aussi sur l'image de pureté et de légèreté, permet aussi et surtout de faciliter le travail des vinificateurs qui ont de la place pour travailler en toute tranquillité.
- Des cuves en béton : Elles s'intègrent parfaitement dans ce chai avec leur couleur brute et leurs formes de « tulipe ». Elles présentent aussi les avantages du béton (robustesse, amplitudes de température faible...)
- Un sol très légèrement incliné pour que les liquides (eau, vin, produits) s'écoulent naturellement sans stagner sur le sol. Ce dernier est toujours propre, ce qui est positif pour l'esthétique mais aussi l'hygiène.
- Un cuvier symétrique : il est composé d'un cuvier central entouré de deux ailes. De cette manière, on évite une surcharge. De même, les volumes des cuves sont parfaitement symétriques. Le cuvier est naturellement très lisible et le travail y est de ce fait facilité.
- La lumière naturelle : rares sont les cuiviers qui ne nécessitent aucune lumière artificielle en pleine journée. Pouvant paraître anodine, cette lumière est un vrai plaisir pour les équipes y travaillant toute la journée.

Les exemples sont encore nombreux. Le chai construit en 2011 est une prouesse architecturale. Évidemment, si l'esthétique et l'image du domaine ont été parfaitement respectés, sa conception a d'une façon encore plus importante veillé à faciliter le travail des équipes du chai : sa pureté, sa lisibilité et ses grands espaces permettent aux vinificateurs de travailler sereinement dans un cadre idéal.

ii. Les équipements purement techniques du chai.

Nous avons vu que le chai arrive à allier efficacité de travail et image d'excellence. Cependant, il regorge encore d'équipements et d'aspects techniques (Figure [8]). Car si son image est importante pour le domaine, les paramètres vus précédemment ne suffisent pas à l'équipe technique pour mettre toutes les chances de son côté pour produire un grand vin.

Nous allons donc détailler certains points « invisibles » ou « anodins » au grand public mais cruciaux pour l'élaboration du vin.

- Le cuvier est divisé en trois grandes parties :
 - Le grand cuvier (Figure [9]) : Il est composé de 52 cuves en béton allant d'une contenance de 20hL à 113hL. Dans l'objectif de faciliter la vinification parcellaire, les volumes des cuves ont été raisonnés en fonction des tailles des différentes parcelles du domaine (parcellaire inchangé depuis 1832).

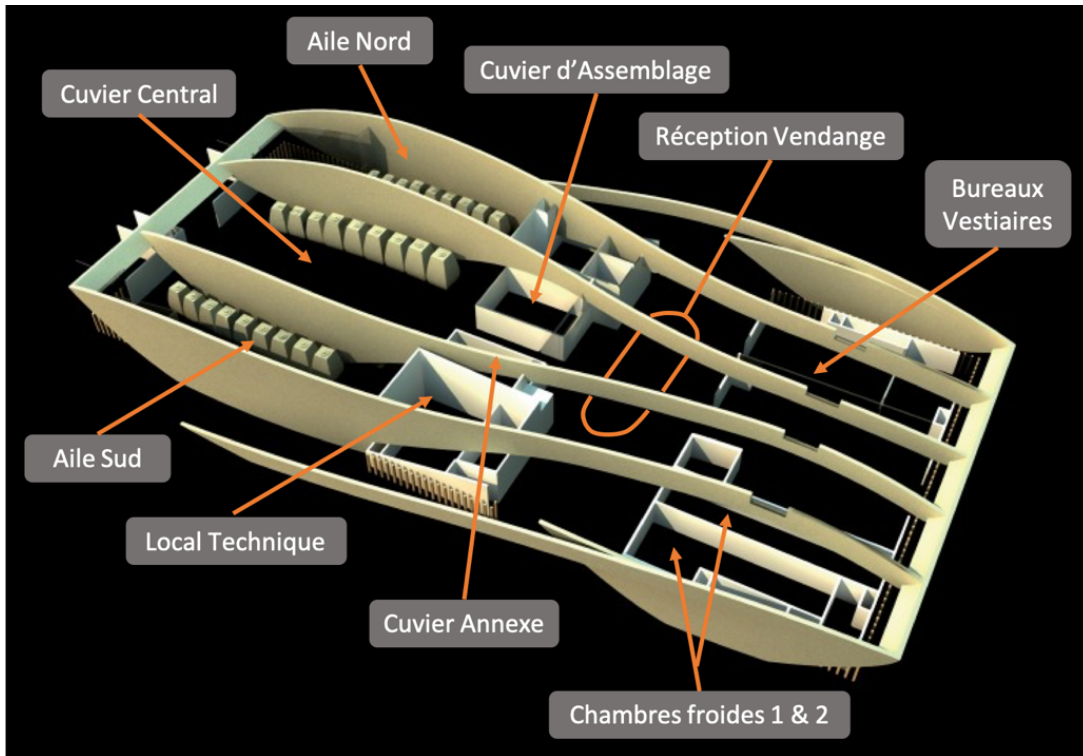


Figure 8 : Organisation du Chai de vinification.

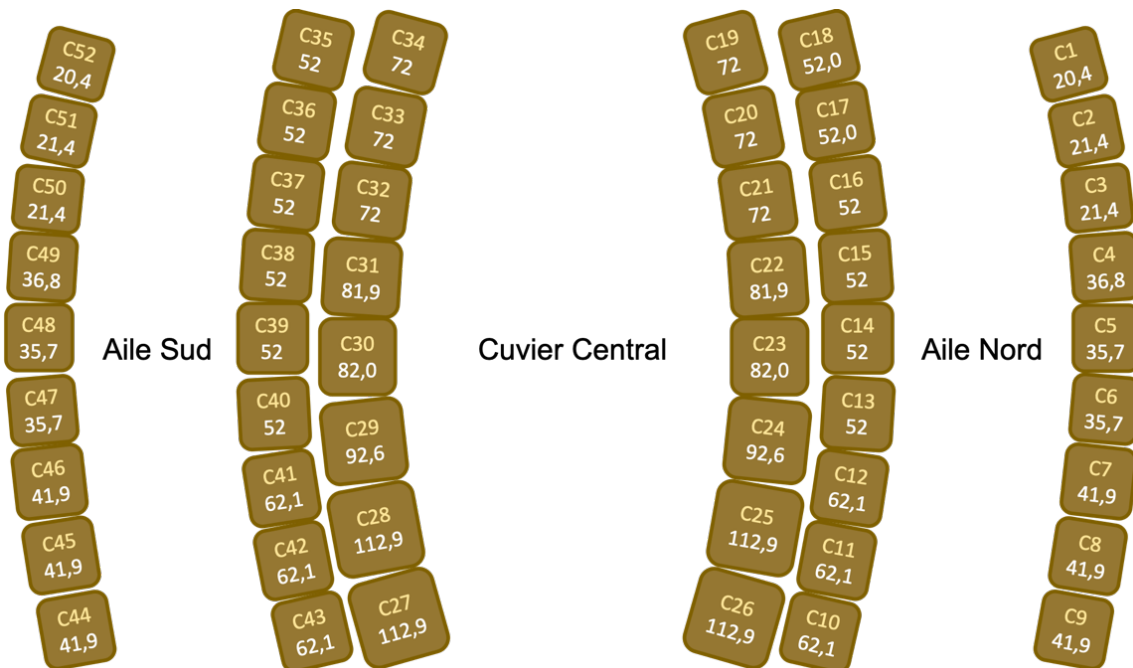


Figure 9 : Plan et volumes des différentes cuves du cuvier principal.

- Le cuvier annexe (Figure [10]): 10 cuves en béton plus petites allant de 12hL à 33hL. Ce cuvier est particulièrement intéressant en cas de petite récolte due à un aléa climatique (gel, grêle) : les volumes sont plus adaptés.
 - Le cuvier d'assemblage (Figure [10]). Il comporte trois grandes cuves d'assemblage en inox et quatre grands garde-vins à chapeau flottant. Ils sont tous équipés d'un système de refroidissement et d'inertage.
- En somme : 64 cuves en béton pour les 45 parcelles (37 en production actuellement), dans le but de pouvoir respecter sans problème la vinification parcellaire : à chaque parcelle sa cuve.
- Les cuves sont ultra-équipées (Figure [11]) :
 - Elles vont d'une contenance de 12hL à 113hL.
 - Elles sont toutes équipées de deux thermomètres : dans le fond de la cuve et au niveau du chapeau de marc, de manière à suivre au mieux le déroulement des fermentations.
 - Elles sont toutes équipées d'un circuit de refroidissement/réchauffement au sein de leurs parois et contrôlables de manière indépendante par le biais de l'ordinateur de la maitre de chai qui peut moduler les températures consignées.
 - Toutes celles du grand cuvier sont en forme de « tulipe tronconique » ce qui optimise l'extraction : pour le déplacement du marc lors des délestages par exemple, ce qui casse circuits préférentiels du vin au sein du marc.
 - Le chai est doté de deux grandes chambres froides (Figure [12]). Elles permettent notamment de refroidir le raisin vendangé durant la nuit, mais aussi de peser la totalité des raisins d'une même parcelle avant l'encuvage pour déterminer au mieux sa cuve de destination pour le lendemain.
 - Pour la vinification, le matériel reste assez classique : 4 pompes péristaltiques, 4 grandes gargouilles en inox pour les remontages aérés, seaux en inox, deux pressoirs pneumatiques inertes...

iii. Organisation de l'équipe du chai en temps de vendanges.

Carole André est responsable du chai du domaine. Anciennement responsable qualité, elle a succédé à l'ancien maitre de chai. Les vendanges 2019 furent ses premières vendanges en tant que maitre de chai en pleine autonomie à Cheval Blanc. En temps normal, elle s'occupe des trois domaines de la propriété et est à la tête d'une équipe composée de :

- Deux cavistes : Benjamin arrivé en 2017 et Jérémy, arrivé en 2009. Les deux cavistes s'occupent de l'élevage et l'entretien des vins pour les trois domaines de la propriété.
- Une responsable qualité : Delphine est arrivée au domaine en 2018. Elle s'occupe de la traçabilité, de la prise d'échantillons (en vinification et en élevage) pour l'analyse (faite en laboratoire par OenoTeam), de mesures diverses dans le vin lors de la mise en bouteille (oxygène dissous par exemple) et du bon fonctionnement de

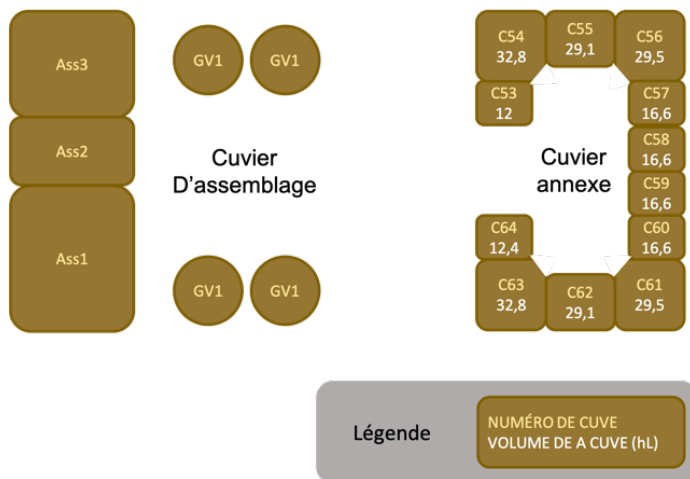


Figure 11 : Plan et volumes des cuves du chai annexe et du chai d'assemblage

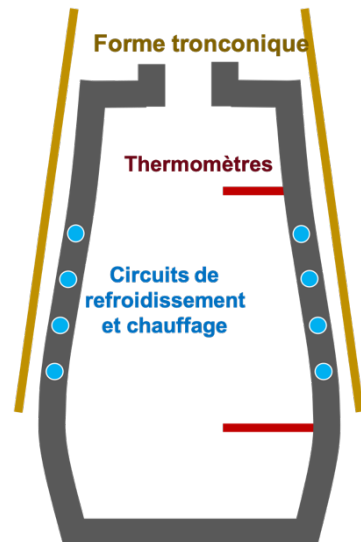


Figure 10 : Plan et équipement des cuves en béton

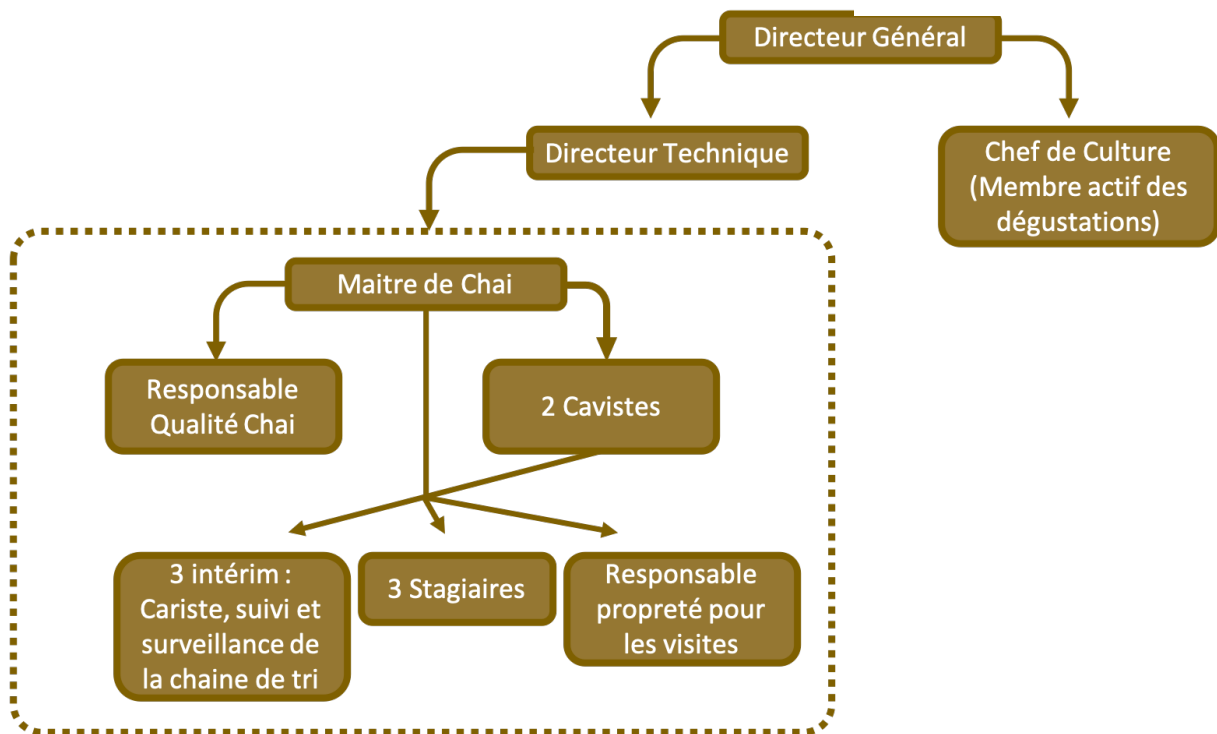


Figure 12 : Organisation humaine du travail au chai

l'équipement du chai en général. Elle est aussi responsable de la préparation des pieds de cuve pour l'inoculation avant fermentation.

- Une responsable entretien et propreté : Liliane veille à ce que le chai soit toujours présentable. Nous avons vu précédemment que ce dernier est ouvert même en temps de vendanges, et que sa propreté est fondamentale. Même si l'équipe du chai veille à toujours ranger le matériel qu'elle utilise et s'occupe de nettoyer et entretenir le matériel, Liliane s'occupe de la propreté dans les moindres détails.

En temps de vendanges, d'autres acteurs viennent se greffer à l'équipe du chai :

- 3 stagiaires sous l'autorité des cavistes qui s'occupent des divers travaux de vinification (préparation des cuves, remontages, délestages, ajout d'intrants, inoculations, soutirages, décuvages, nettoyages divers...)
- 3 intérimaires qui aident surtout à la logistique : nettoyage des cagettes à la ligne de tri, encuvage par gravité (en collaboration avec les stagiaires), rangement des cagettes dans les chambres froides, approvisionnement de la ligne de tri...

Nous pouvons donc tirer un grand bilan sur les moyens de production mis en place par le Château Cheval Blanc : l'objectif étant très clair, à savoir produire l'un des plus grands vins de Bordeaux voire du Monde, l'outil de travail mis en place au cours des dernières années est en parfaite adéquation avec l'ambition du domaine. Si la volonté première est de réaliser une vinification parcellaire très précise, le chai allie praticité, qualité et l'image d'excellence du domaine. Il s'inscrit donc naturellement dans la continuité du grand terroir et du travail de minutie réalisé à la vigne.

Après nous être intéressé aux moyens de production, nous pouvons maintenant nous intéresser au déroulement des vinifications et au travail de l'équipe de chai pour produire le vin qui devra représenter les terroirs de Cheval Blanc. Nous verrons comment l'équipe profite de cet outil et travaille le raisin pour rendre sa transformation en vin la plus naturelle possible.

b. Déroulement et organisation de la vinification parcellaire.

La vinification parcellaire nécessitant la totalité d'une parcelle à l'encuvage, il est important de noter que les parcelles ont été délimitées de manière homogène sur un seul type de sol. Les hétérogénéités du terroir intra-parcellaires sont considérées comme très faibles voir nulles. De plus, il en découle que chaque parcelle doit être récoltée un même jour pour pouvoir peser sa production avant l'encuvage du lendemain.

Intéressons-nous d'abord à l'approche des vendanges : le suivi des maturités, les dégustations de baies et les critères intervenant dans l'organisation des vendanges.

i. A l'approche des vendanges : la maturation donne le tempo.

Dans le milieu du vin, tout le monde s'accorde à dire que la date de vendange est fixée à plus ou moins 100 jours après la floraison. Il est déjà possible d'avoir une idée de la date de récolte relativement longtemps à l'avance. Bien sûr, le raisonnement à partir de la date de floraison est loin d'être suffisant. A l'approche des vendanges, des contrôles beaucoup plus poussés vont être effectués pour chacune des parcelles. La date de récolte se détermine autour de 2 types de contrôles très différents mais dépendant l'un de l'autre : l'analyse et la dégustation des baies.

1. *L'analyse des baies : une approche très théorique.*

L'analyse des baies représente un moyen extrêmement fiable pour l'équipe technique de s'assurer du bon déroulement de la maturation sans tomber dans l'excès de maturité. En effet, si le réchauffement climatique des dernières décennies a été « bénéfique à Bordeaux » au vu du nombre important de grands millésimes (moins de pluie, plus de soleil donc meilleurs Cabernets qui peinaient à arriver à maturité), les dates de vendanges ne cessent d'avancer. L'avance de la maturité comporte plusieurs risques dont l'un est particulièrement inquiétant : le décalage entre la maturité technologique et la maturité phénolique.

La maturité technologique arrivant de plus en plus tôt (chute brutale de l'acidité et sucres de plus en plus importants), elle se décale par rapport à la maturité phénolique qui a besoin de temps pour s'effectuer. Or, la simultanéité de la maturité des phénols et des sucres/acide est cruciale pour l'équilibre et la structure du vin.

Environ 14 jours avant les vendanges, les contrôles de chaque parcelle sont donc lancés : En commençant d'abord par les merlots puis en finissant par les Cabernets Sauvignons, 200 baies sont prélevées tous les 4 à 5 jours pour suivre l'évolution des paramètres cruciaux des raisins. Les prélèvements sont très précisément organisés : chaque parcelle a ses rangs de prélèvement (répartis sur toute la surface), et les baies sont cueillies à la fois du côté soleil levant et du côté soleil couchant. Ensuite, ces dernières sont pesées et pressées à 3bars. C'est ensuite le laboratoire « OenoTeam » qui se charge des analyses. Un exemple des analyses pour la parcelle 17 de Merlot sur sables est détaillé dans la Figure [13].

On peut tirer plusieurs conclusions de ces analyses : (Exemple : parcelle 17 récoltée le 25 septembre)

- Les acidités semblent relativement stables. Notons cependant que l'acidité a fortement chuté entre le 16 septembre et la date de récolte. La maturité technologique est atteinte au 25 septembre mais pas au 16 septembre.
- La maturité phénolique n'est pas encore atteinte au 16 septembre. Elle n'a pas été analysée ensuite. Notons que la maturité des pépins correspond à l'incidence des tanins de pépins sur le vin. Celle-ci doit donc être la plus faible possible.

Parcelle 17 Zone Nom Merlots (2000) sur Sables	Sucres réducteurs (g/L)	Degré probable (%)	Acidité totale (g/L)	Acide Malique (g/L)	pH	Azote assimilable (mg/L)	Résidus de Cuivre (mg/L)	Richesse polyphénolique totale (%)	Extractibilité des Anthocyanes (%)	Maturité des pépins (%)
06-sept	221,4	13,02	3,56	2	3,33	104		70	43	44
10-sept	225,5	13,26	3,22	1,7	3,42	106		65	50	46
16-sept	241,1	14,18	3,69	1,7	3,44	90		64	51	39
25-sept	247,3	14,62	2,62	1,5	3,7	93	1,21			
Maturité Technologique au 25 septembre						Maturité Phénologique au 16 Septembre				
94,39 > 75 BIEN						RPT = 64% > 60% BIEN % AE = 51% < 60% PAS PRÊT MP = 39% > 35% PAS PRÊT				

Figure 13 : Résultats des contrôles de maturité de la parcelle 17 (merlot)

Cépage merlot	faible	Moyen	Bon
Indice maturité (S/AT)	<65	70	>75
Anthocyanes totales A pH 1 mg/L	<1200	1300	>1400
P EA%	<50	55	>60
RPT (IPT pH 3,2)	<50	55	>60
MP %	>45	40	<35
Cépage cabernet franc	faible	Moyen	Bon
Indice maturité (S/AT)	<60	65	>70
Anthocyanes totales A pH 1 mg/L	<900	1000	>1100
P EA%	<55	60	>65
RPT (IPT pH 3,2)	<45	50	>55
MP %	>55	50	<45
Cépage cabernet sauvignon	faible	Moyen	Bon
Indice maturité (S/AT)	<40	45	>50
Anthocyanes totales A pH 1 mg/L	<1300	1400	>1500
P EA%	<50	55	>60
RPT (IPT pH 3,2)	<45	50	>55
MP %	>45	40	<35

Qualification du potentiel polyphénolique des 3 cépages à partir du bilan polyphénolique (Méthode faculté d'œnologie de Bordeaux) - IFV Pôle Bordeaux-Aquitaine.

- L'azote assimilable est faible. C'est le cas pour quasiment toutes les parcelles. Nous verrons par la suite que l'équipe technique préfère moduler l'azote assimilable directement lors des vinifications pour gagner en précision.

Il est important de préciser que même si ces analyses sont très précises et le protocole d'échantillonnage bien établi, il faut prendre ses distances par rapport aux valeurs obtenues. Elles donnent une idée des valeurs mais dépendent beaucoup des 200 baies échantillonnées et comportent de ce fait des erreurs et incertitudes.

Nous allons maintenant voir que le suivi analytique à l'approche des vendanges n'est pas suffisant et qu'il est complété par la dégustation de baies.

2. La dégustation de baies garde le dernier mot.

Si l'analyse des baies permet de contrôler l'évolution de chaque parcelle, la philosophie au domaine est simple : c'est la dégustation qui prime. Bien sûr, l'analyse est fondamentale pour être aiguillé quant aux choix dans l'organisation de la récolte.

Pour la dégustation des baies, Pierre-Olivier (directeur technique) et Nicolas (chef de culture) sillonnent les parcelles du domaine. Plus d'une vingtaine de baies sont goûtées sans protocole particulier contrairement aux analyses. Cependant, plusieurs critères sont observés :

- Arômes développés : le goût sucré ne suffit pas, il faut que le raisin exprime des arômes en bouche.
- Croquant de la pellicule : celle-ci doit être encore assez croquante sans avoir le ressenti de fruit « confit » en sur-maturité.
- Détachement de la pulpe du pépin : Si la pulpe se sépare facilement du raisin, celle-ci est à maturité.
- Maturité des pépins : un pépin mûr est lignifié (couleur brune).

Cette dégustation est quasiment quotidienne et nécessite des heures. Elle est cependant cruciale pour respecter le style et le terroir de Cheval Blanc : l'équipe technique vise des raisins aux arômes de fruits rouges frais sans partir sur les fruits cuits et confiturés. La « fenêtre de tir » est donc très courte pour récolter le raisin au bon moment. Pour l'année 2019, il est intéressant de noter que le Château Cheval Blanc a débuté ses vendanges environ 10 jours avant la plupart des domaines voisins (à Saint-Émilion comme à Pomerol).

La Figure [14] précise l'ordre de récolte des parcelles entre le 13 septembre et le 4 octobre pour les vendanges 2019. On constate clairement un effet à la fois du terroir, du cépage et de l'âge des vignes. Les Merlots sont récoltés avant les Cabernets Francs et les Cabernets Sauvignons. De plus, au sein d'un même cépage, on constate que les graves sont plus précoces que les

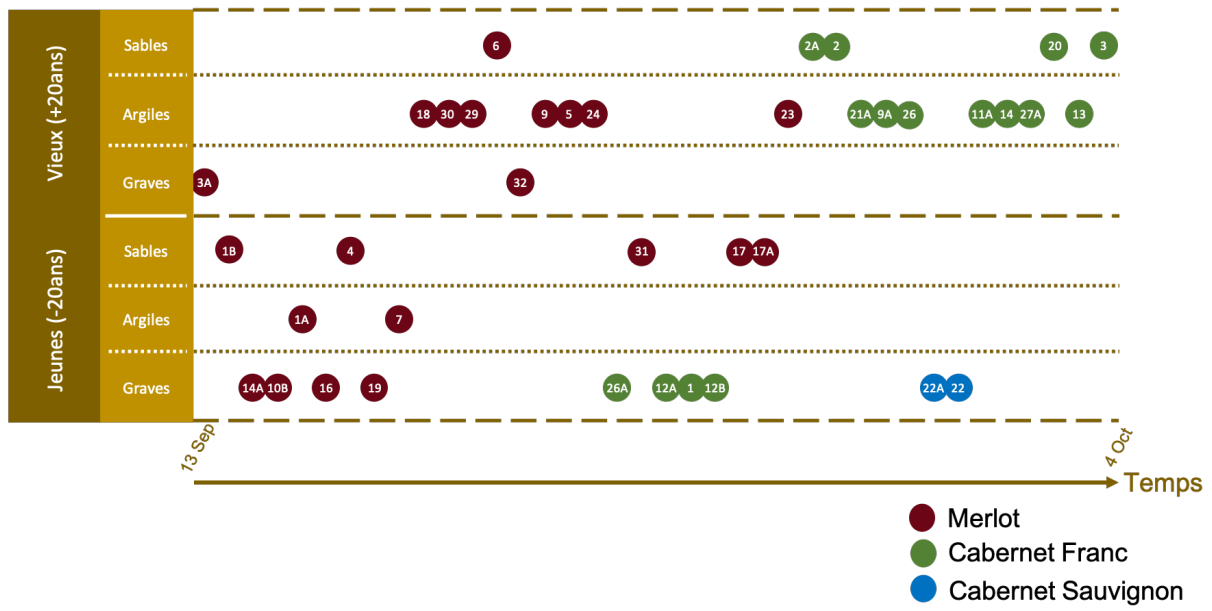


Figure 14 : Dates des vendanges par parcelle en fonction de l'âge, du terroir et du cépage

argiles et les sables, et que les jeunes plantes arrivent également à maturité plus rapidement. Chaque parcelle étant différente de part ces trois paramètres, la vinification parcellaire est optimale : dans la mesure où l'organisation et la météo le permettent, chacune d'entre elles peut être vendangée au moment le plus opportun sans que la cuverie soit un facteur limitant.

- ii. Récolte, tri et encuvage des raisins : adaptation à la vinification parcellaire.

1. Récolte de la parcelle et attribution de sa cuve.

Les raisins sont récoltés manuellement et placés dans des cagettes d'environ 20kg. Celles-ci sont regroupées sur des palettes (16 cagettes) et le total est pesé (en soustrayant le poids des matières sèches comme les palettes et cagettes). Ensuite, elles sont placées dans une chambre froide à 11°C pour la nuit. Dans le cadre de la vinification parcellaire et de la vinification au sens large, cela a deux avantages :

- Le raisin est refroidi et ramené à une température de 11°C. Ainsi, toutes les cuves encuvées partent avec les mêmes bases pour la cinétique fermentaire et une légère macération pré-fermentaire est possible. Une chambre froide est remplie de la vendange de la journée tandis que l'autre est vidée de la vendange de la veille.
- La cuve de destination d'une parcelle donnée peut être précisément déterminée. En pesant le poids exact de chaque parcelle, on en conclut le volume idéal de cuvaison. Évidemment en prenant en compte la production de gaz lors de la fermentation et la dilatation du produit initialement froid.

Le calcul pour déterminer la cuve appartenant à une parcelle donnée est simple :

100kg de raisin vont produire environ 0,83hL de vin et nécessiter un volume de 1,25hL.

Si l'on reprend l'exemple de la parcelle 17 :

100kg de raisins non éraflés nécessitent une cuverie de minimum 1hL.

De ce fait par un simple produit en croix, pour 4060kg récoltés, la parcelle 17 nécessite une cuve d'une contenance minimale de 40,6hL. Elle a donc été encuvée dans la cuve C44 de 41,9hL. Rappelons que les volumes des cuves ont été raisonnés en fonction des parcelles du domaine, ce qui facilite encore plus ce raisonnement.

2. Tri des raisins avant encuvage : une chaîne de tri humaine.

N'étant pas convaincue par les technologies de tri ultra-modernes (tri densimétrique ou colorimétrique), l'équipe technique opte pour un tri à la main d'abord sur grappes entières, puis sur baies séparées. (Figure [15])

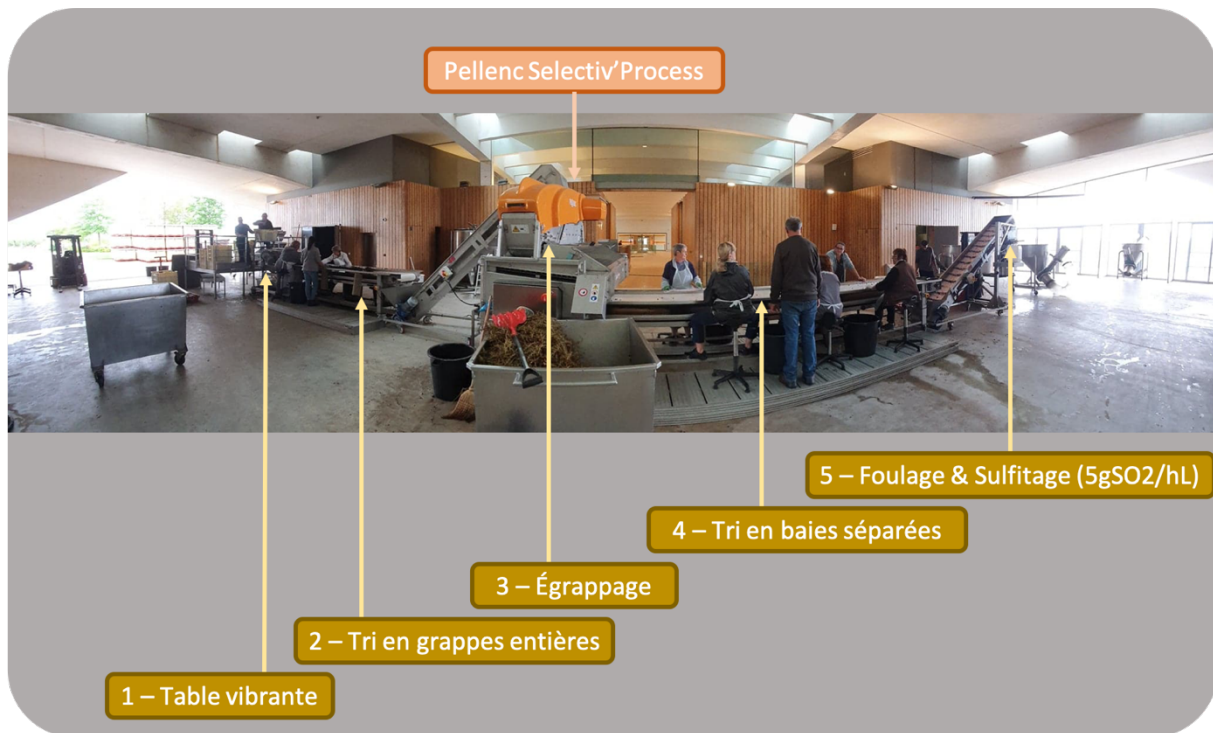


Figure 15 : Organisation de la chaine de tri au Château Cheval Blanc

Les cagettes sont d'abord sorties de la chambre froide puis versées sur une table vibrante (étalement des grappes). Les grappes impures et autres objets (feuilles, branches...) sont ensuite triés une première fois sur une table puis amenés à l'égrappoir (Selectiv'Process de Pellenc qui est reconnu pour sa faible trituration). Les baies passent ensuite sur un autre tapis roulant où les quelques particules encore indésirées sont éliminées (restes de rafles, particules de feuilles...). Enfin, les baies sont foulées et tombent dans des cuvons d'environ 3hL qui sont amenés à la cuve de destination (vidés par gravité sur la Figure [16]). Un goutte-à-goutte de dioxyde de soufre à 5g/hL est installé et se verse directement dans les cuvons. Ainsi, le sulfitage se fait peu à peu et de manière la plus homogène possible. Notons aussi que de la carboglace est ajoutée à chaque cuvon pour protéger le raisin foulé très sensible à l'oxydation (Figure [17]).

Remarque : 5g/hL est une valeur en soufre élevée à l'encuvage. Elle est employée car le domaine utilise sa propre crème de levures sélectionnées sur son parcellaire. Ainsi, cette dose évite le départ spontané de la fermentation par des levures trop concurrentielles pour les levures sélectionnées (qui ne sont pas des LSA).

3. Préparation de la cuve et encuvage par gravité.

Chaque cuve doit être préparée avant l'encuvage :

- Elle est d'abord désinfectée par grâce à de l'acide peracétique appelé « Perox » appliqué au nébulisateur. On laisse agir 20min puis on frotte les parois à la brosse (équipé d'une combinaison, de bottes et de lunettes) avant de rincer à l'eau chaude. Le Perox présente l'avantage d'être actif rapidement, à température ambiante et facilement rinçable.
- Un rinçage intense doit être complété d'un test de présence de résidus de Perox (par bandelettes réactives). S'il est très efficace, il est tout de même toxique.
- La cuve est égouttée plusieurs minutes, puis fermée et inertée au CO₂ avant d'être remplie.

Lorsque la cuve est prête, les cuvons successifs sont apportés et soulevés par un chariot électrique. Tour à tour, les cuvons vont remplir la cuve de la parcelle triée.

Une fois la totalité de la parcelle encuvée, sa traçabilité est cruciale. Pour faciliter le travail des opérateurs du chai, une plaque de parcelle est ajoutée à la plaque de la cuve.

De plus, la cuve est tout de suite homogénéisée en faisant un remontage fermé de la totalité du volume. A cette occasion, un échantillon du moût homogénéisé est prélevé et analysé au laboratoire pour déterminer ses caractéristiques dont vont dépendre les opérations



Figure 16 : Remplissage par gravité de la cuve après tri



Figure 17 : Prévention de l'oxydation dans le cuvon grâce à de la carboglace

fermentaires : TAVP, pH, AT, acide malique, azote assimilable. L'espace de tête est aussi tout de suite inerté au dioxyde de carbone pour empêcher toute oxydation.

1. Point sur la propreté et l'hygiène

Tous les soirs, chaque composante de la chaîne de tri (cuvons compris) est passé au nettoyage : d'abord un nettoyage à l'eau pour éliminer les grosses particules, puis au vinox-vinoclean (eau oxygénée « Vinox » à 10% + soude « Vinoclean » à 4%. Ces deux solutions sont déjà concentrées à 100g/L). Un grand rinçage est réalisé à la fin. Les cagettes sont lavées avec une eau à 70°C.

iii. Fermentation alcoolique et macération en vinification parcelle

Chaque parcelle étant dans une cuve différente, la fermentation alcoolique et la macération se font de manière indépendante pour chaque parcelle. Le but étant de tirer le maximum de potentiel de chaque parcelle si on part du principe que celle-ci est homogène en termes de qualité des raisins.

Cheval Blanc possède un protocole établi pour les fermentations alcooliques. Il a été conçu au cours des précédents millésimes et amélioré si possible. Nous allons d'abord nous intéresser à l'ordre chronologique des opérations puis à la gestion des différents paramètres

1. Déroulement chronologique et opérations de fermentation.

Le protocole de fermentation alcoolique est détaillé dans la Figure [18].

Cette fermentation se déroule en 3 étapes clés :

- Une macération pré-fermentaire à froid. En effet, pendant que le levain est réalisé pour ensemer la cuve, 3 jours s'écoulent pendant laquelle la cuve ne fermente pas. Le levain est réalisé à partir d'eau, de sucre, de moût et d'une crème de levures indigènes. Cette crème de levures est entretenue tout au long de l'année par un laboratoire spécialisé. La population de levures est une population sélectionnée sur le terroir de Cheval Blanc et a été testée pour s'assurer du bon aboutissement de la fermentation. Le domaine n'utilise pas de LSA. Des remontages fermés sont régulièrement réalisés pour permettre l'extraction des composés phénoliques. Des cannes spéciales sont utilisées pour les remontages : elles ont un diamètre de sortie plus fin (4cm au lieu de 5cm) pour augmenter le débit de sortie et mieux pénétrer le chapeau de marc (Figure [19]). L'oxydation et la formation d'acétate d'éthyle sont empêchés par un inertage intense au CO₂.

Au bout de 3 jours, la cuve estensemencée. Les contrôles sous forme d'analyses réalisés pendant cette période sont cruciaux pour raisonner les intrants et les opérations ultérieures à apporter à la parcelle qui fermente.

JOUR	CONSIGNES T°C Froid / Chaud	DENSITÉ DE CUVE	CONTRÔLES	ADDITIONS D'INTRANTS	INTERVENTIONS		
					Matin	Midi	Soir
J	Froid si > 25°C	1100	TAV, pH, AT, Sucres, Nass	SO2 5g/hL	Encuvage, RF 1V		
J + 1	15°C	1100			RF 1/2V		
J + 2	16°C	1100		Ajout Levain (crème de levure + moût + sucre + eau + thiazote)	RF 1/2V		
J + 3	18°C	1100		Thiazote jusqu'à Nass = 13mg/L	RF 1/2V		RF 1/2V
Déclenchement des aérations si et seulement si la densité chute de 5 à 8 points							
J + 4	18°C	1090 - 1085			RF 1/2V	RA 1/2V	RF 1/2V
J + 5	22°C	1075 - 1070		Phosphate d'Ammonium 10g/hL si Degré < 14% 15g/hL si Degré > 14%	RF 1/2V	RA 1/2V	RF 1/2V
J + 6	24°C	1060 - 1055		Phosphate d'Ammonium 15g/hL si Degré < 14% 20g/hL si Degré > 14%	RF 1/2V	RA 1/2V	RF 1/2V
J + 7	26°C	1050 - 1045		Nutristart organique 30g/hL	Délestage		
J + 8	Froid si > 28°C	1030 - 1025			RF 1/2V		RF 1/2V
J + 9	27°C	1020 - 1015			RF 1/2V		RF 1/2V
J + 10	27°C	1015 - 1010			RF 1/2V		RF 1/2V
Déclenchement des mouillages si et seulement si la densité = 1000							
J + [11-12]	Chaud/Froid pour 28°C	1000 - 993			Mouillage		Mouillage
J + [13-18]	Chaud pour 30°C	992	Sucres réd, G+F, TAV, pH, malique, Volatile, Anthocyanes		Inertage CO2		Inertage CO2
J + 25	Arrêt chauffage						
J + 26	Froid pour 20°C		G+F				Ecoulage
J+27			G+F Vin de goutte G+F Vin de presse				Pressurage

Figure 18 : Protocole de fermentation au Château Cheval Blanc

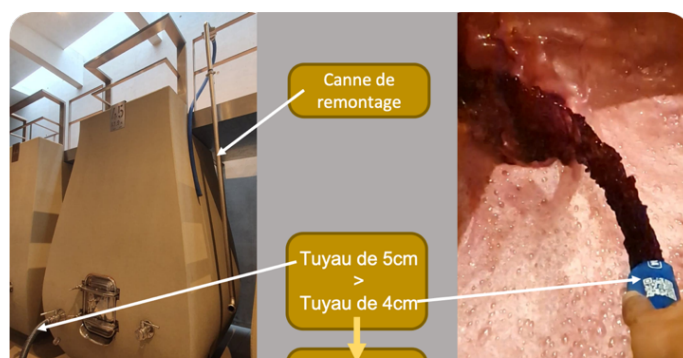


Figure 19 : Rôle de la section réduite lors des remontages

- La phase de fermentation débute après l'inoculation de la cuve. Sa cinétique est suivie deux fois par jour au mustimètre afin de s'assurer de son bon déroulement. Elle est enclenchée lorsqu'une chute de densité est observée. Elle nécessite la gestion de deux paramètres essentiels : l'oxygène et l'azote.

- Gestion de l'air :

La fermentation alcoolique est une aérobiose ménagée : l'oxygène lui est indispensable, mais peut endommager le vin s'il est apporté en trop grandes quantités (en post fermentation par exemple), d'où la nécessité de raisonner son apport. Lorsque la phase exponentielle de la fermentation commence, les levures consomment les sucres afin de se multiplier. À ce moment, l'oxygène est indispensable à la synthèse d'acides gras et de stérols membranaires. 3 remontages par jour sont alors opérés, dont un remontage aéré pour saturer le moût en oxygène (Figure [20]). Après cette phase exponentielle, en plus de l'avancée de la fermentation, ce sont les dégustations (détection de composés soufrés malodorants) et la température de la cuve (même si elle est thermorégulée) qui déterminent l'apport d'oxygène.

Autour d'une densité de 1050, un délestage (tirage de tout le moût puis rajout relativement violent à 120hL/h) est réalisé (Figure [21]). Il permet d'oxygéner le moût lorsque la fermentation bat son plein. Ce délestage a un autre rôle majeur : lors des remontages successifs, des circuits préférentiels ont été formés et empruntés par le mût dans le chapeau de marc. Ce délestage permet de briser le chapeau de marc et donc de casser les chemins préférentiels, pour une extraction plus homogène des composés phénoliques (polyphénols totaux, anthocyanes, intensité colorante). Après ce délestage, le moût a reçu l'oxygène qui lui est nécessaire pour terminer la fermentation. Des remontages fermés sont alors réalisés deux fois par jour. A la fin de la fermentation, pour prévenir des piqûres acétiques et bien terminer la fermentation, deux mouillages par jour sont réalisés pour arroser le chapeau de marc.

- Gestion de l'azote :

Saccharomyces cerevisiae utilise le cation ammonium NH_4^+ et les acides aminés pour diverses causes : croissance de la biomasse, survie de la cellule, transport des sucres par les perméases ou production d'arômes. On dit qu'un moût qui manque d'azote présente une carence, et qu'il est moins « fermentescible » : les levures sont plus sensibles au choc osmotique, aux températures extrêmes et moins perméables à l'éthanol qui leur est létal. Autant de facteurs qui peuvent mener à un arrêt de fermentation, à la production de réduction (composés soufrés malodorants) ou d'acidité volatile. Pour ces raisons, la gestion de l'azote est fondamentale. Nous avons vu précédemment que les moûts du domaine sont relativement carencés à l'encuvage. Une analyse est

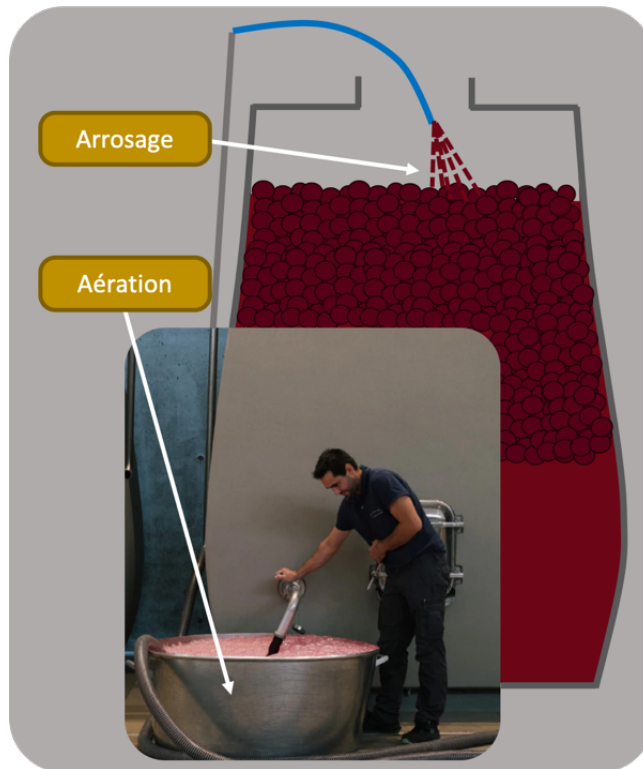


Figure 20 : Rôle et organisation d'un remontage classique

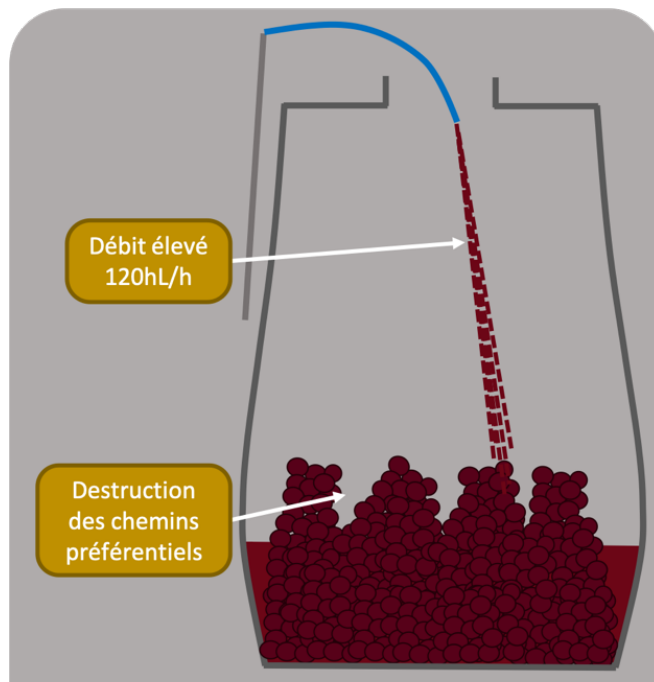


Figure 21 : Rôle de la vidange d'une cuve pour la destruction du chapeau de marc lors d'un délestage

donc nécessaire pour ajuster la quantité d'azote assimilable le plus précisément possible. Le domaine utilise 3 produits œnologiques pour l'apport d'azote :

- Le Thiazote : sels d'ammonium (NH_4Cl) + chlorhydrate de thiamine (vitamine B1)
- Phosphate d'ammonium ($(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$).
- Nutristart : Phosphate d'ammonium, levures inactivées, autolysats de levures, thiamine (vitamine B1).

Fractionner l'ajout d'azote a une influence sur la durée de fermentation : celle-ci serait allongée. De plus, l'azote présent dans le milieu avant 10h de fermentation est utilisé pour la croissance levurienne. L'azote ajouté après 10h de fermentation servirait à relancer le système de transport (par augmentation de la quantité de pores pour l'entrée de sucre et la sortie de CO_2). De ce fait, le thiazote sert avant tout pour la croissance levurienne, et le reste de l'azote alimente la cinétique de la fermentation alcoolique pour que cette dernière arrive à son terme sans problèmes.

L'utilisation de Nutristart reste discutable du fait de son ajout tardif : bien que contenant de l'azote assimilable, ce produit contient en plus des autolysats de levure et des vitamines. Ces composés sont très intéressants en débuts de fermentation pour un moût carencé comme c'est le cas à Cheval Blanc (utiles à la croissance levurienne), mais risquent de ne pas être entièrement consommés par *Saccharomyces cerevisiae* à une densité de 1020 (leur assimilation demande beaucoup d'énergie aux levures) (Source IFV). S'ils restent résiduels dans le vin, ils seront disponibles pour le développement de micro-organismes altérant le vin comme *Brettanomyces bruxellensis*.

Cependant, ils soutiennent le métabolisme des levures, augmentent leur résistance au choc osmotique (acides gras insaturés, stérols...) et à l'alcool.

- La macération post-fermentaire à chaud. Lorsque l'analyse réalisée par le laboratoire OenoTeam atteste que la concentration en glucose/fructose est inférieure à 1g/L, les mouillages sont arrêtés et la cuve est fermée hermétiquement et inertée au CO_2 (le vin est de nouveau menacé d'oxydation). Le maintien de la cuve à 30°C ainsi que l'alcool permettent une augmentation de la composition phénolique des vins : l'indice des polyphénols totaux, la teneur en anthocyanes et l'intensité colorante sont alors augmentés. Des essais et dégustations ont aussi montrés que cette macération augmente la complexité aromatique des vins. Évidemment, cette durée de cuvaison est modulée par une dégustation quotidienne, pour ne pas tomber dans la sur-extraction. Lorsque la macération n'apporte plus rien au vin, la parcelle qui a terminé sa fermentation est écoulée la veille de son décuvage. La durée moyenne de la macération post-fermentaire est de 14 jours.

- La dernière étape de la « fermentation alcoolique » au sens large est l'écoulage, décuvage et pressurage. La cuve est écoulée pendant la nuit et transférée dans une cuve correspondant au volume du jus de goutte produit, de manière à ne pas laisser d'espace de tête dans la cuve qui laisserait place à l'oxydation de l'éthanol. Le « tombant » qui correspond au surplus de jus de goutte est gardé dans des garde-vins et permet d'ajuster le niveau des cuves ultérieurement décuvées. Le volume d'une parcelle à une autre reste négligeable.

Le marc resté dans la cuve est vidé à la main dans des conquêts en inox (Figure [22]). Une cuve de 20hL nécessite environ un conquêt. Ces conquêts sont versés dans un presseur horizontal membranaire à cage fermée. Les jus de presse sont récupérés mais n'apportant rien à la qualité du vin selon l'équipe technique, seront revendus au négoce en vrac.

Il peut paraître surprenant de mettre de côté les premiers jus de presses. Cependant, il est important de garder à l'esprit que les opérations durant la fermentation (remontages de demi-volumes et volumes entiers, délestage...) et la macération post-fermentaire ont d'ores et déjà enrichi considérablement la structure du vin de goutte. L'équipe technique visant à produire un vin pas trop extrait fidèle à Cheval Blanc, les presses sont donc mises de côté.

2. Dans le cadre de la vinification parcellaire : la dégustation pour l'exploitation de chaque parcelle.

Pendant les fermentations alcooliques, les cuves sont dégustées en fin de chaque matinée (Figure [23]). Le but de ces dégustations parcellaire par parcellaire est de s'assurer du bon déroulement de la fermentation au sein de chaque cuve (surveillance de réduction, d'oxydation...). Cependant, dans le cadre de la vinification parcellaire, la dégustation quotidienne a un avantage certain : chaque parcelle peut être suivie en termes de qualités et de défauts, et exploitée au maximum de son potentiel. Si l'on part du principe que les raisins à l'intérieur d'une cuve sont « identiques » puisqu'ils proviennent tous de la même parcelle, les choix de macération et d'écoulage par exemple peuvent être réalisés avec beaucoup plus de précision.

De plus, la dégustation parcellaire permet d'avoir une idée de ce que chaque parcelle va pouvoir apporter au vin pour le millésime. Souvent, ce sont les mêmes parcelles qui sortent du lot (vieux cabernets francs et merlots sur argiles par exemple), d'année en année.

Il est très important pour la suite de noter que certaines parcelles peuvent-être assemblées pour les fermentations malolactiques (jamais plus de 2 parcelles ensemble) selon leur profil (qualité, arômes, structure et cépage). La grande majorité des parcelles ont une fermentation malolactique isolée pour respecter au plus possible la vinification parcellaire.



Figure 22 : Décuvage des cuves dans des conquêts mobiles en inox



Figure 23 : Dégustation quotidienne des cuves/parcelles

3. Point sur la propreté et l'hygiène.

Encore plus que pour la chaîne de tri, l'hygiène du cuvier et de son matériel est cruciale pour la qualité du vin. Une rigueur hygiénique drastique est donc mise en place :

- Tout le matériel en contact avec le vin (passoires, coudes, gargouilles, pompes, tuyaux, bastes, raclettes, cannes de remontage...) sont désinfectés avant les vinifications (au Perox) et nettoyés au vinox-y-vinoclean. Ils sont ensuite intensément rincés à l'eau chaude. Ils sont de plus nettoyés plusieurs fois au vinox-y-vinoclean pendant les vinifications.
- Le sol est régulièrement nettoyé (en bas du cuvier ainsi que le parquet en haut des cuves).
- Tout le matériel est systématiquement rangé à sa place en fin de matinée et en fin de journée pour y voir le plus clair possible.
- Les paniers d'évacuation d'eau sont vidés tous les soirs des débris accumulés au cours de la journée (baies de raisin, marc...) de manière à éviter leur stagnation et le développement de bactéries acétiques.

Ces règles d'hygiène sont très importantes aux yeux de toute l'équipe et jouent un rôle fondamental pour le plaisir de travailler dans un endroit sain et l'efficacité de travail.

4. Problèmes rencontrés durant la fermentation alcoolique.

Le chai étant un outil de travail très perfectionné, certains problèmes ont été rencontrés lors de la fermentation. Nous allons voir comment ces contretemps ont été détectés et quelles ont été les solutions déployées pour les surmonter.

- L'arrêt de fermentation :

C'est un problème redouté de tout vinificateur, mais qui est heureusement contournable. Il peut être lié à beaucoup de facteurs (carences en azote, en vitamine, en oxygène, trop d'alcool, d'acide gras à moyenne chaîne ou de résidus de pesticides...). Pour contourner ce problème et terminer la fermentation, il faut recréer une population de levures dans un milieu qui leur est hostile : alcool, acides gras...

Pour ce faire, un levain est préparé à partir de la cuve à l'arrêt et le vin est « épuré » avant la réception du levain. La Figure [24] détaille le protocole mis en place pour la parcelle 5 qui s'est arrêtée 14,6° et 2,8g de sucre.

La cuve est préparée de la manière suivante :

- Prélèvement de 10% du volume de la cuve pour la préparation du levain.
- Sulfitage à 1g/hL pour prévenir des oxydations et autres microorganismes, la fermentation étant arrêtée.
- Collage du vin à 30g/hL d'écorces de levures et homogénéisation. L'écorce de levure est un détoxifiant qui élimine les acides gras et résidus de pesticides.

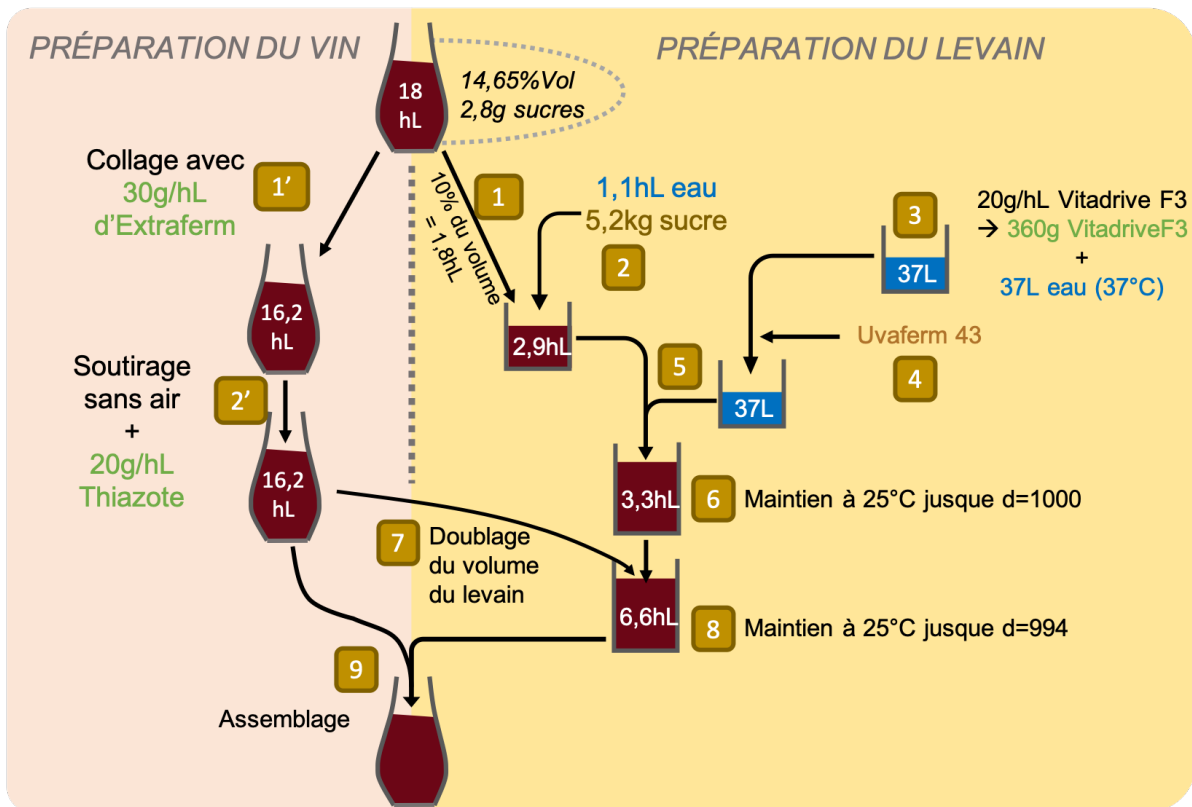


Figure 24 : Gestion d'un arrêt de fermentation par réintroduction d'une population levurienne

- Soutirage à l'abri de l'air après 48h d'action des écorces de levure.
- Ajout de 20g/hL de thiazote qui est un nutriment minéral donc un activateur de fermentation. L'attente de 48h est nécessaire pour que le thiazote se solubilise correctement.
- Ajout du levain et homogénéisation.

Comme pour la fermentation, la préparation d'un levain est réalisée pour adapter peu à peu les levures à un milieu tel que le vin. Dans le cas de l'arrêt de fermentation où le milieu est alcoolisé, ce levain est d'autant plus indispensable. Le principe est de ne pas placer les levures directement dans le milieu hostile (faible teneur en sucres, forte teneur en alcool...), mais de les accompagner vers ce milieu. La préparation du levain va donc être relativement lente et nécessiter beaucoup d'étapes :

- Prélèvement de 10% du volume de la cuve à l'arrêt et réajustement par ajout d'eau et de sucre à 9% Vol et 20g/L de sucres. Ce milieu sera plus nutritif et moins nocif pour les levures.
- Préparation de 30L d'eau à 35/40°C avec 20g/hL (de la cuve à l'arrêt) de Vitadrive F3.
Semblable au Nutristart, le Vitadrive F3 est composé de Levures inactivées, de phosphate diammonique, de thiamine et d'écorces de levures. Il sert à soutenir le métabolisme et la croissance des levures, à augmenter les teneurs en acides gras insaturés et en stérols ce qui augmente la résistance à un choc osmotique et à augmenter la tolérance à l'alcool.
- Réhydratation les levures Uvaferm 43 (30g/hL du volume arrêté) avec le mélange eau/Vitadrive F3 et incorporation dans le mélange vin/eau. Ces levures sont spécialement sélectionnées pour leurs qualités de résistance à l'alcool et leurs faibles besoins en nutriments. Elles sont très intéressantes dans le cadre d'une reprise de fermentation.
- Maintien à 25° jusqu'à une densité de 1000.
- Doublage du volume avec la cuve arrêtée.
- Maintien à 25°C jusqu'à une densité de 994 et brassage deux fois par semaine.

Avant réincorporation, le levain comporte donc une population de levures sélectionnées et est prêt à rejoindre la cuve. Une fois l'assemblage réalisé, la fermentation peut se finir tout en brassant régulièrement.

L'arrêt de fermentation représente un travail considérable car sa résolution s'étale sur une semaine. De plus, les risques sont importants : si les sucres ne sont pas tous consommés, ils seront disponibles ultérieurement pour des micro-organismes altérant le vin. Laisser le vin en arrêt de fermentation est simplement inenvisageable pour l'hygiène du vin.

- Des fermentations languissantes :

Beaucoup de parcelles ont rencontré des difficultés à terminer les fermentations alcooliques en 2019. Bloquées entre 1 et 2g/L de sucres résiduels, elles présentent un risque sanitaire pour le vin fini et l'élevage comme c'est le cas pour l'arrêt de fermentation : des micro-organismes de type *Brettanomyces* étant capables de se développer à partir de doses minimales d'azote ou de sucre, risquent de se développer dans un vin comportant des sucres résiduels. Pour terminer ces fermentations, plusieurs opérations ont été mises en place avec plus ou moins d'efficacité :

- Les mouillages ont d'abord été rallongés pour plus faire circuler le vin à travers la cuve. Ces mouillages se sont révélés peu efficaces, les fermentations étant toujours aussi languissantes. En réalité, ces mouillages étaient une mauvaise initiative : non seulement ils n'ont pas eu l'effet escompté sur la fermentation, mais ils ont de plus accentué l'extraction au risque de réaliser de la sur-extraction. Ils ont donc rapidement été remplacés par d'autres modes opératoires.
- Pour éviter l'extraction excessive, des « brassages sous marc » ont été réalisés. Ils consistent à plonger la canne de remontage à travers le chapeau de marc et de laisser la pompe tourner à pleine puissance quelques minutes (120hL/h) (Figure [25]). Le vin est alors brassé, les levures se retrouvent de nouveau en suspension et le reste des levures encore actives permettent de transformer les quelques sucres résiduels.

Lorsque les cuves nécessitaient un décuvage pour stopper nettement l'extraction alors que la fermentation était languissante, un autre mode opératoire très semblable a été imaginé : la pompe a été branchée aux deux vannes du bas de la cuve (l'air ayant préalablement été chassé pour ne pas envoyer de bulles d'air dans la cuve). De la même façon, la pompe a été activée à pleine puissance pour bien brasser la cuve (Figure [26]).

Cette méthode de brassages (sous marc et post-écoulage) se sont révélés être très efficaces et les cuves ont terminé leur fermentation alcoolique en quelques jours.

- Un excès de mousse lors des remontages aérés :

Si c'est un problème mineur, cela a tout de même causé des pertes de temps importantes. En effet, lors des remontages aérés (particulièrement le 2^{ème} et le 3^{ème}), le vin renvoyé dans la cuve a fortement moussé, provoquant le débordement de beaucoup de cuves (Figure [25]). Si ces débordements sont négligeables en termes de volumes (c'est la mousse qui débordait), ils causent des pertes de temps pour

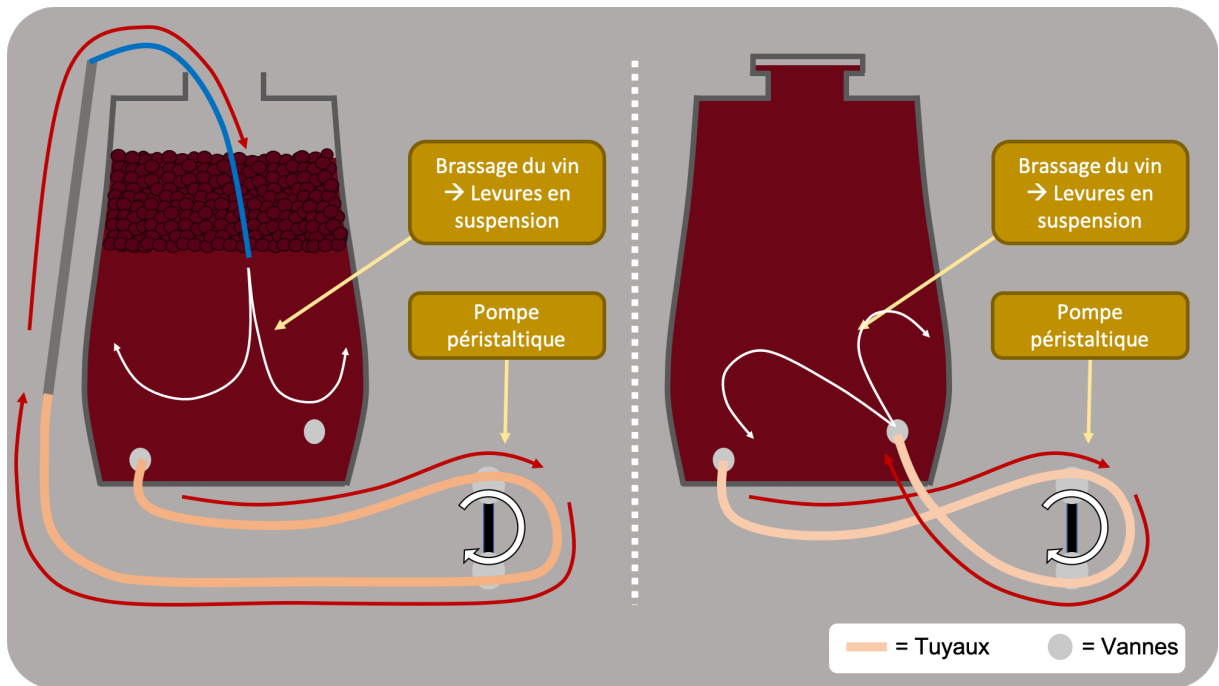


Figure 26 : Méthode pour réaliser un brassage d'une cuve pour relancer la fermentation



Figure 25 : Débordement d'une cuve

nettoyer, mais surtout du fait qu'il était nécessaire de reloger quelques hectolitres (3 à 4hl par cuve) dans des gardes-vins attribués à chaque cuve, pour que cette dernière cesse de rejeter de la mousse. Ce phénomène s'explique par 3 facteurs :

- Les levures étant en pleine phase exponentielle lors du deuxième et troisième remontage aéré (beaucoup de sucres, peu d'alcool...), leur activité est au maximum. Elles dégagent donc beaucoup plus de CO₂ ce qui augmente la quantité de mousse.
- Les remontages aérés s'effectuent dans une gargouille. Lors de sa chute dans la gargouille, le vin est fortement brassé ce qui cause un dégagement important de CO₂ qui est immédiatement renvoyé dans la cuve.
- La crème de levure sélectionnée pour le millésime 2019 a été légèrement modifiée par rapport aux précédents millésimes. En effet, une levure ayant une forte activité de glucanase (les glucanes participant à la stabilité de la mousse) a été soustraite à la population sélectionnée. La mousse est donc plus stable que d'habitude et moins éliminée.

Pour que la fermentation et la macération puissent se faire de la manière la plus homogène possible, il est important de noter que le garde-vin rempli la veille par la cuve qui moussait a été utilisé en priorité pour le remontage aéré du lendemain, de manière à renouveler le vin qu'il contient. La mousse s'est calmée après le délestage. De plus, au fur et à mesure des vendanges, le calcul du volume de la cuve de destination de chaque parcelle a été adapté à la crème de levures qui cause plus de moussabilité pour ce millésime 2019.

Nous pouvons donc constater que malgré un outil de travail performant, le travail du vinificateur peut ne pas se passer comme prévu lors des fermentations alcooliques. Certains problèmes ont été rencontrés pour ce millésime 2019 et nous avons vu qu'ils sont plus ou moins graves ou menaçants. Leur contournement est possible, et il est clair que selon le problème rencontré, une méthodologie et un mode opératoire très précis sont nécessaires.

Après avoir étudié la fermentation alcoolique à Cheval Blanc, nous pouvons dégager les caractéristiques de la vinification parcellaire :

- Chaque parcelle étant vinifiée à part, l'homogénéité du produit encuvé permet un pilotage extrêmement précis de l'oxygène, de l'azote et surtout de la macération.
- La dégustation est primordiale : Elle permet au vinificateur de suivre l'évolution de chaque parcelle au quotidien. Elle permet également de suivre la qualité de chaque parcelle et de faire des choix quant au renouvellement du parcellaire (certaines parcelles ont 100 ans et peuvent donc logiquement chuter en qualité, d'autres se maintiennent). Enfin, elle permet de se rendre compte des qualités et des défauts de chaque parcelle, et commencer à prédéfinir avec plus de précision l'assemblage du grand vin qui doit être fidèle à l'identité de Cheval Blanc.

Toujours dans le cadre de la vinification parcellaire, nous allons maintenant étudier la fermentation malolactique au Château Cheval Blanc. Nous allons nous intéresser aux méthodes de fermentation ainsi qu'aux problèmes ayant pu être rencontrés lors de cette fermentation bactérienne.

iv. Fermentation malolactique et assemblage en vinification parcellaire.

Nous avons vu précédemment qu'après dégustation post-écoupage, quelques parcelles sont assemblées si leurs volumes sont trop petits pour remplir une cuve ou que la disponibilité en cuvier l'impose, mais à quatre conditions :

- Elles doivent avoir le même profil gustatif (structure, arômes, qualité en général...)
- Ce sont des parcelles qui ne comportent pas de « Placette terroir » (nous avons vu précédemment que 7 placettes terroir ont été mises en place sur les 7 couples cépage-terroir différents afin d'être vinifiés et élevés indépendamment).
- Pas plus de deux parcelles sont assemblées ensemble après la fermentation alcoolique.
- Les parcelles assemblées ont logiquement été écoulées le même jour ou à un jour d'écart.

Ainsi, si l'on prend l'exemple des merlots, les parcelles suivantes ont été assemblées : P1B-P14A, P3A-P7, P4-P31, P18-P6, P9-P29. Le reste des parcelles de Merlot vivent une fermentation malolactique isolée. Il en va de même pour les Cabernets.

1. Rôle de la fermentation malolactique.

Le rôle de la fermentation alcoolique est évident aux yeux de tous. Celui de la malolactique en revanche, est beaucoup plus subtil et considéré comme indispensable pour les vins rouges. Ses effets bénéfiques sont nombreux :

- Assouplissement du vin avec une acidité moins verte (parfois les vins non passés en fermentation malolactique présentent des notes de pomme verte).
- Tannins moins amplifiés par l'acidité donc moins agressifs.
- L'acide lactique donne plus de rondeur au vin (notes et arômes lactiques parfois).

En transformant l'acide malique en acide lactique, c'est une désacidification « naturelle » ou « biologique » du vin en faisant chuter le pH de ce dernier : Un diacide (2 fonctions acide) est remplacé par un monoacide (1 fonction acide) en dégageant du CO₂.

2. Préparation à la fermentation malolactique.

Pour des raisons pratiques, la fermentation malolactique est réalisée dans les cuves béton à Cheval Blanc. Cette méthode a l'avantage d'avoir un meilleur contrôle sur les fermentations

malolactiques (thermorégulation, facilité d'échantillonnage pour les suivis de la quantité d'acide malique...). Elle se déroule également plus facilement dans de grands contenants. De plus, les fermentations malolactiques sont réalisées de préférence spontanément, sans ensemencement par des bactéries lactiques sélectionnées.

Avant le lancement de la fermentation, plusieurs points sont à contrôler :

- La cuve doit être entièrement pleine, sans espace de tête. Pour ce, le domaine est équipé de chapeaux type « bellot » en plexiglass pour s'assurer du niveau constant des cuves.
- La température de la cuve doit avoisiner les 20°C.
- Pour parer l'oxygène, l'eau dans le chapeau est remplacée par un mélange [SO₂ + acide citrique + eau] (Figure [27]). La malolactique est une fermentation qui dégage beaucoup moins de CO₂ que la fermentation alcoolique, elle se protège donc beaucoup moins de l'oxygène.

Sur lies (milieu réducteur), les bactéries lactiques peuvent produire de l'H₂S. Toutes les cuves sont donc soutirées pour que le vin écoulé puisse être séparé des lies après l'écoulage.

3. Déroulement et suivi de la fermentation malolactique.

Les levures inhibant l'action des bactéries lactiques, la fermentation malolactique est empêchée par la fermentation alcoolique. La fermentation malolactique est totalement différente de la fermentation alcoolique :

- Les bactéries s'occupent de la fermentation au lieu des levures.
- Elles transforment l'acide malique en acide lactique.
- Elle se fait en milieu très pauvre en O₂ : on dit que la bactérie lactique est « microaérophile », contrairement aux levures qui ont besoin de beaucoup de dioxygène.

Du fait de la protection des cuves qui sont donc remplies jusque dans le bellot et de la nécessité de très peu de dioxygène, la fermentation malolactique ne nécessite pas d'opérations (en théorie) comme la fermentation alcoolique qui demande une manipulation importante du vin.

De ce fait, elle nécessite environ 8 à 10 jours, et son déroulement est suivi par analyse quotidienne de la concentration en acide malique qui est nul lorsque la fermentation est achevée.

Pour la majorité des cuves, la fermentation malolactique s'est déroulée sans problèmes de manière spontanée en un peu plus de 10 jours. Nous allons cependant voir que des problèmes sont survenus sur d'autres cuves, et comment ces contretemps ont été résolus.

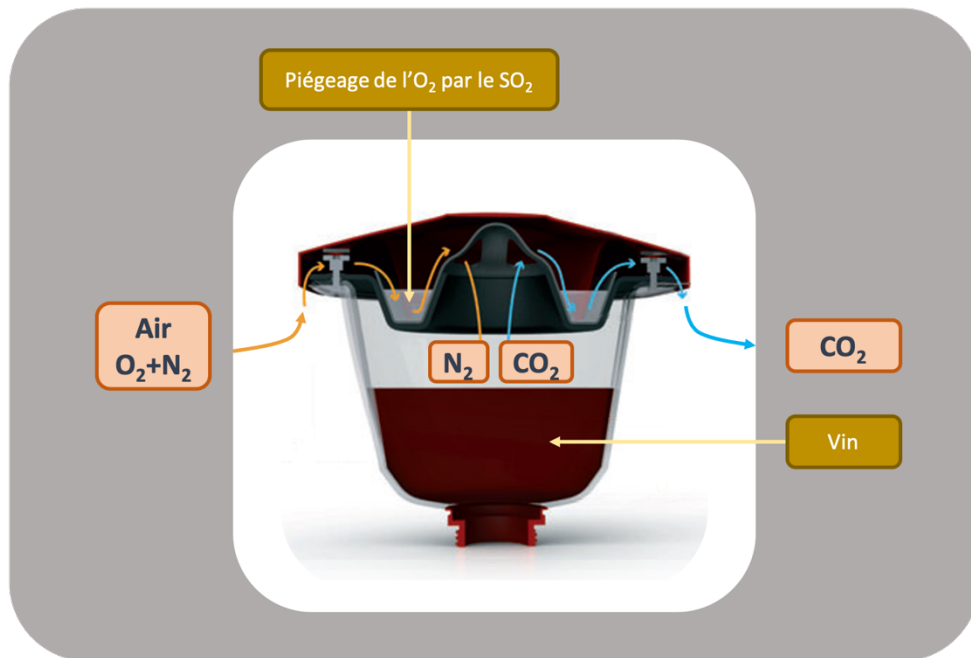


Figure 27 : Protection du vin après fermentation alcoolique

4. Problèmes rencontrés lors de la fermentation malolactique.

La fermentation malolactique spontanée peut être compliquée. Elle dépend de beaucoup de paramètres : du pH (difficile au-delà de 3,9 avec risques de déviations bactériennes), de la quantité d'acide malique (difficile si ce dernier est peu concentré dans le milieu), de la température, du taux d'alcool (l'éthanol est un inhibiteur au-delà de 13%Vol), des résidus de sucre (risque de pique lactique), du contenant (plus facile dans du bois que du ciment car moins stérile), de la quantité d'azote (l'autolyse des levures relargue des composés azotés qui sont des activateurs de la fermentation malolactique)...

Dans notre cas, des fermentations malolactiques languissantes ont été observées. Cette difficulté ne représente pas un problème en soi car si la fermentation malolactique est capricieuse, les retards constatés ont été facilement explicables :

- La raison majeure est la volonté de laisser la fermentation malolactique se réaliser spontanément. Sans ensemencement avec des bactéries sélectionnées, le lancement de la fermentation est plus compliqué et la population totale de bactéries actives peut être moins importante.
- Les cuves en ciment sont très aseptisées et peu propices aux développements bactériens.
- Les taux d'alcool étaient souvent au-delà de 13,5 voir 14°.

Malgré ces problèmes, les fermentations ont pu être terminées plus ou moins facilement en deux semaines :

- Dans les cas faciles, un brassage à la pompe régulier a suffi pour stimuler les bactéries actives et les remettre en suspension. (Figure [28]).
- Dans les cas où ces brassages n'étaient pas suffisants et que l'acide malique ne chutait toujours pas, les cuves ont étéensemencées de populations de bactéries sélectionnées. Puis les cuves ont été homogénéisées par un brassage comme vu précédemment.

A la fin de la fermentation malolactique, lorsque l'acide lactique a été totalement consommé, les bactéries lactiques sont susceptibles de s'attaquer à l'acide citrique en le transformant en diacétyle ce qui peut développer des notes beurrées. Pour stabiliser le vin et éviter toute déviation, un sulfitage à 4g/hL est réalisé.

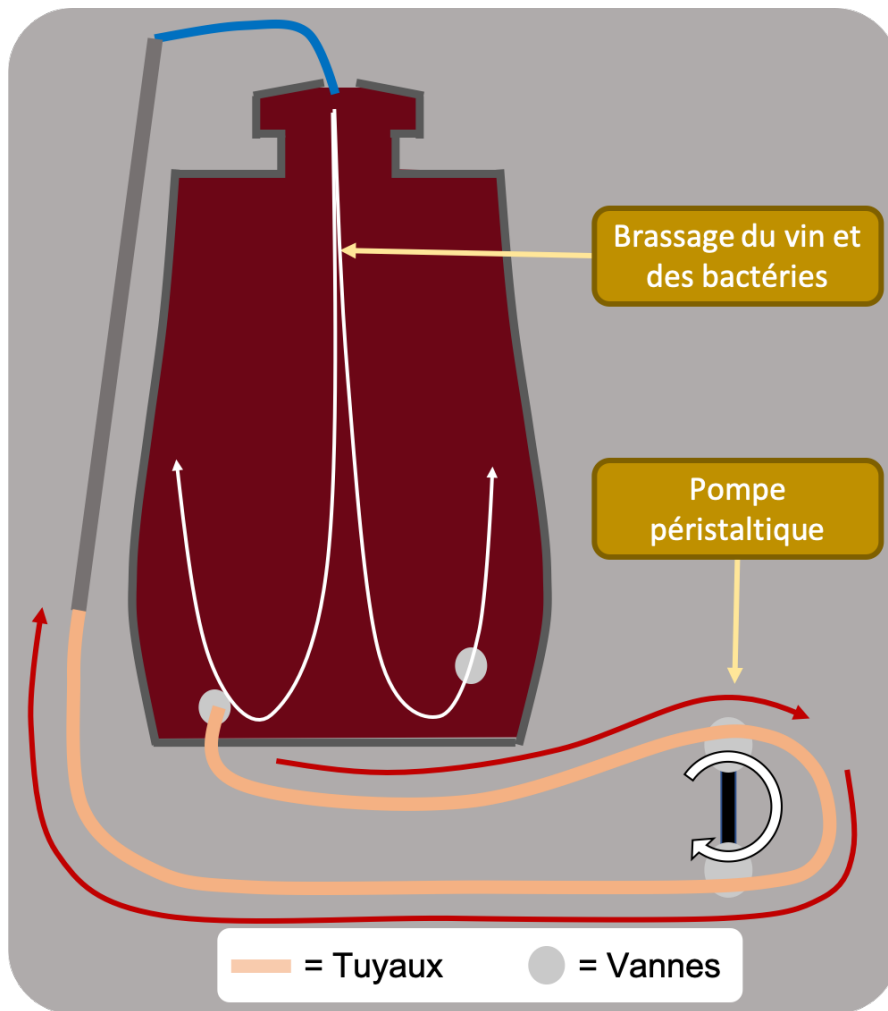


Figure 28 : Brassage d'une cuve pour relancer la fermentation malolactique

B. Élevage au Château Cheval Blanc : des méthodes de travail classiques mais qui poussent la rigueur à son paroxysme.

Les fermentations successives étant finies, le vin doit désormais être élevé. Bien qu'étant une étape optionnelle, elle est considérée dans la profession comme une étape nécessaire à la production d'un « vin de garde ».

a. Quelques mots sur l'élevage à Cheval Blanc

- i. Objectif de l'élevage : la production d'un vin plus complexe et apte à la garde.

La finalité de l'élevage est de conférer au vin des caractéristiques organoleptiques et physico-chimiques, complétant les apports de la macération et des fermentations alcooliques et lactiques. De par sa chauffe et de ses qualités de micro-oxygénation, le bois va permettre de développer le bouquet d'arômes et structurel du vin. Il s'applique pour des vins qui peuvent supporter un élevage sous bois (tanins et arômes relativement puissants) pour ne pas déséquilibrer les vins et il a trois rôles :

- Apport d'un potentiel de garde au vin. Même si les vins se boivent de plus en plus jeunes de nos jours, les grands vins sont souvent reconnus pour leur potentiel de garde. Les consommateurs veulent pouvoir garder leurs grands vins dans leur cave pendant des années voir des décennies avant de pouvoir les ouvrir pour une grande occasion.
Le bois peut apporter environ 50mg/L de tanins au vin qui ne sont pas de la même famille que ceux du vin (les flavonoïdes). Ces tanins vont être une barrière supplémentaire à l'oxygène pour le vin.
- Complexification des arômes du vin. Il va apporter des molécules odorantes autres que celles du raisin au vin (vanilline, whisky-lactone...) et permettre de complexifier le bouquet aromatique du vin.
- En plus d'être un contenant, le caractère microporeux du bois va permettre un apport très faible en oxygène. Les réactions liées au vieillissement étant avant tout des oxydations, il va modifier le vin par micro-oxygénation.

L'élevage en bois représente cependant un risque (matériau hygiéniquement difficile à maintenir). Il est le terrain privilégié des microorganismes qui nuisent au vin (*Brettanomyces bruxellensis*, bactéries acétiques...). Le contrôle strict de l'élevage est donc primordial.

- ii. Le chai à barriques : un outil fonctionnel dans la continuité du cuvier de Cheval Blanc.

Le chai à barriques, lieu du stockage des barriques en élevage, est enterré en dessous du cuvier dans le chai. Il présente différentes parties : (Figure [29])

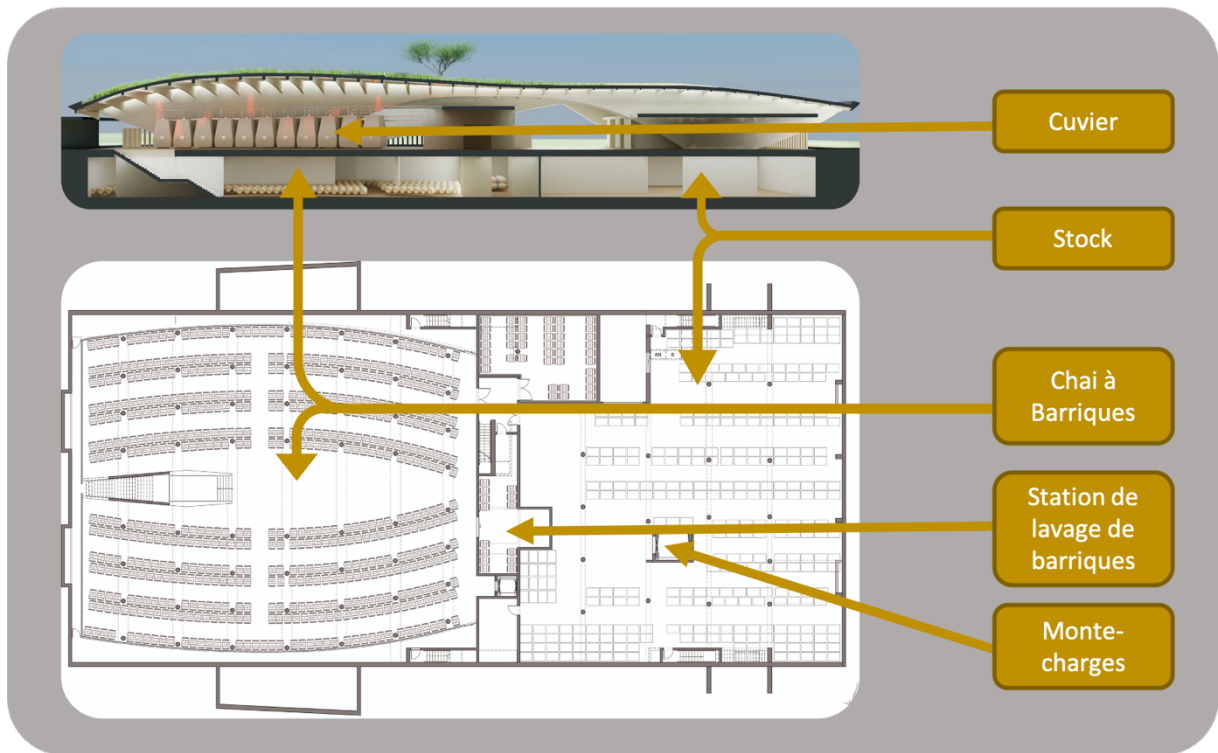


Figure 29 : Organisation du Chai à barriques au Château Cheval Blanc

- Le chai à barriques au sens strict (Figure [30]): C'est le lieu de stockage du vin en élevage. Il est séparé en deux par un grand espace au centre du chai. Ces deux parties représentent en effet deux millésimes différents (par exemple, le 2017 est du côté Nord et laissera sa place au 2019 tandis que le 2018 est du côté Sud). Cette organisation permet d'avoir plus de clairvoyance et d'élever le vin pendant plus d'un an. Chaque partie (Nord et Sud) se divisent en 7 « roules » qui sont des rangées de barriques. Ainsi, la cartographie des barriques est plus précise et permet au personnel de travailler plus efficacement.
- La station de lavage : elle est utilisée pour le nettoyage de divers outils liés à l'élevage (bidons-ouilleurs, cannes à soutirage, seaux...) mais surtout pour le nettoyage des barriques.
En effet, les barriques nécessitent d'être préparées avant entonnage et nettoyées entre chaque soutirage. Cette pièce est donc équipée de trois stations « barriclean » (nettoyage précis et programmable à la vapeur), d'une hotte (évacuation des gaz comme le soufre), des produits œnologiques...
- Un monte-charge qui sert à déplacer les objets lourds (pompes, barriques...) au niveau supérieur.
- Un chai pensé pour la fermentation malolactique (thermo-régulé pour les garde-vins qui peinent à fermenter par exemple).

Pour permettre au vin d'être dans les meilleures conditions d'élevage, les paramètres hygrométriques sont contrôlés :

- La température est réglée à 13°C. C'est la température idéale pour que le vin puisse évoluer (une température plus élevée peut engendrer des déviations).
- L'humidité relative est réglée à 95%. Pour éviter une consommation (aussi appelée « part des anges » qui correspond au volume perdu par évaporation à travers le bois poreux) trop importante, l'humidité relative doit être importante. Elle ne doit cependant pas avoisiner les 100% pour ne pas abîmer les matériaux du chai par condensation.

iii. Méthode d'élevage au Château Cheval Blanc

Il ne s'agit pas ici de détailler avec précision l'élevage et les opérations réalisées pour l'élevage, mais de donner une idée générale du type d'élevage pour les deux vins produits par le domaine :

- Les parcelles sont entonnées au mois de décembre selon 3 lots : Château Cheval Blanc « CB » (assemblage de parcelles certaines d'entrer dans le grand vin), Petit Cheval « PC » (assemblage des parcelles qui vont entrer dans l'assemblage du second vin) et un dernier lot de parcelles encore incertaines. En février lors de la dégustation après le premier soutirage, l'assemblage final des deux cuvées est réalisé pour être présenté aux primeurs (mois d'avril).

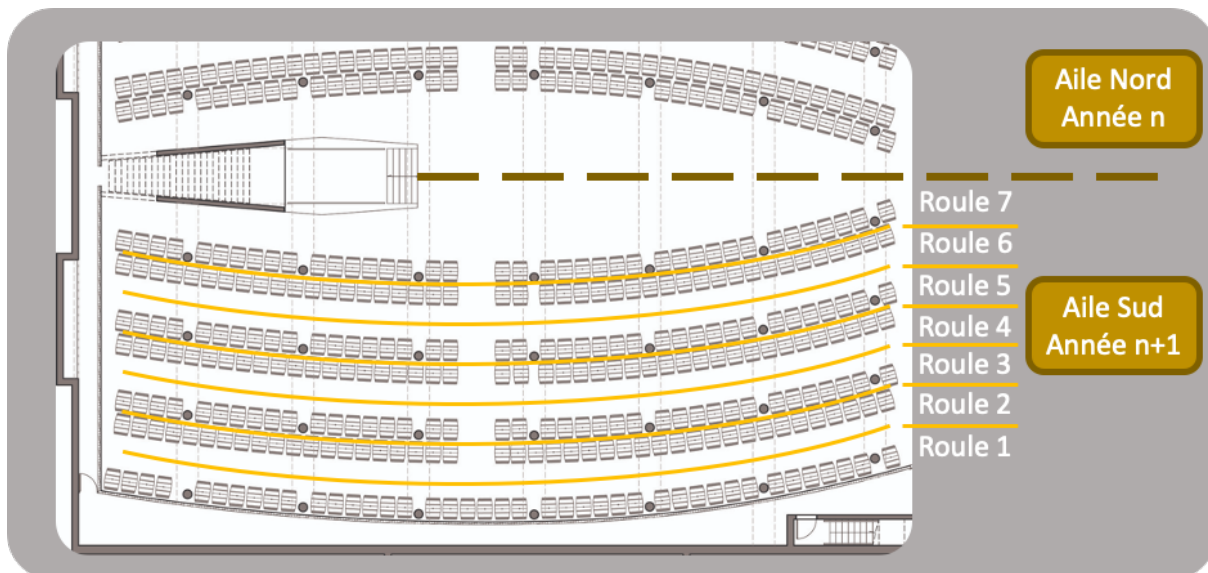


Figure 30 : Plan détaillé du chai à barriques

Il faut savoir que pour le millésime 2019 qui a donné un vin très qualitatif, l'équipe technique ainsi que le directeur général ont pris la décision de réaliser les assemblages finaux avant l'entonnage.

- Quelques élevages sont isolés, mais réalisés selon les mêmes méthodes :
 - Les « Essais Terroir » que nous avons suivi tout au long du cycle végétatif et des vinifications sont vinifiés dans deux barriques (5hL) Bel Air et Taransaud. Ils serviront à se rendre compte de l'effet du terroir associé au cépage sur le vin pour les années à venir.
 - Les assemblages de Merlot d'une part et de Cabernet Franc d'autre part sont échantillonnés (5hL chacun) et élevés séparément.

Il est intéressant de noter que ces lots réalisés lors des assemblages et vinifiés de manière isolée sont utilisés pour faire des dégustations de barriques. Ces dégustations rassemblent l'équipe technique ainsi que les tonneliers qui fournissent le domaine pour apporter des remarques, des suggestions et déterminer les commandes ultérieures de barriques.

- Château Cheval Blanc est élevé dans 100% de barriques neuves de 6 tonneliers différents (Taransaud, Saury, Bel Air, Sylvain, Demptos et Darnajou) durant 18 mois.
- Petit Cheval est élevé dans 50% de barriques neuves ainsi que 50% de barriques d'un vin (ayant servi durant 18 mois pour le grand vin). Le but est de limiter l'incidence du bois sur le second vin : Les barriques neuves relâchent plus d'arômes et de tannins que les barriques déjà utilisées. Un second vin ayant une structure moins solide et un bouquet d'arômes moins puissant est donc moins adapté pour 100% de bois neuf.
- 4 soutirages sont réalisés par an. Tous sont réalisés à l'esquive (méthode traditionnelle) mis à part le premier post-vinification du fait de sa forte teneur en lies. Les barriques sont nettoyées entre chaque soutirage.
- Après l'élevage, le vin est stabilisé par un collage à l'albumine d'œuf après un test de collage qui détermine la quantité d'albumine à apporter.

Nous pouvons déduire de ces quelques points que l'élevage est réalisé de manière très « classique » à Cheval Blanc. Il est aussi intéressant de noter qu'un réel intérêt est porté au terroir dans la continuité de la vinification parcellaire.

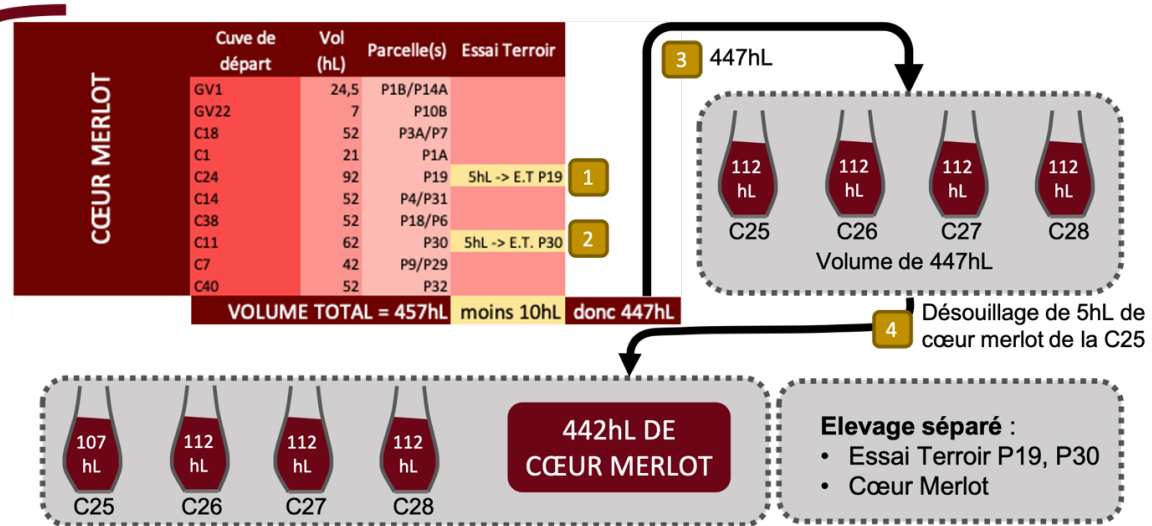
L'assemblage ayant été réalisé avant l'entonnage, nous allons maintenant nous intéresser à cette étape qui permet de poser les bases de l'élevage : la vie du chai à barriques des deux prochaines années repose en partie sur l'assemblage.

b. Après les vinifications, le vin est préparé à l'élevage par l'assemblage.

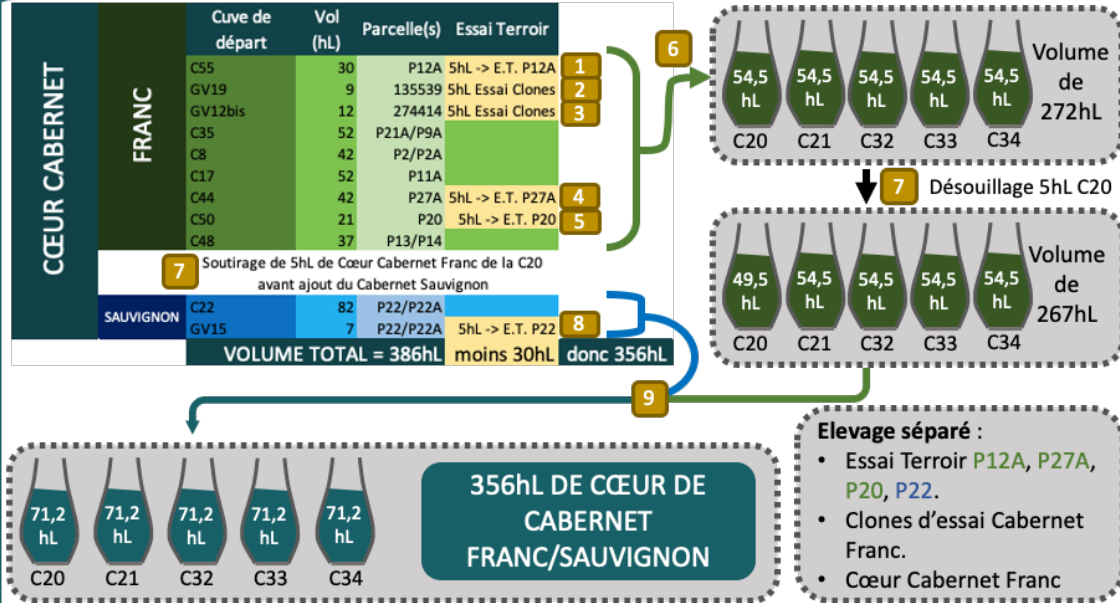
L'assemblage permettant de déterminer les deux cuvées du domaine, il a un autre intérêt en vue de l'élevage : il permet le rassemblement du vin dans de grands contenants et facilite l'entonnage et l'organisation du chai à barriques.

L'assemblage a été réalisé en 3 grandes étapes détaillées dans la **Figure [31]**.

1 - MERLOTS POUR CHÂTEAU CHEVAL BLANC



1 - CABERNETS POUR CHÂTEAU CHEVAL BLANC



2 - ASSEMBLAGE DU CŒUR CHEVAL BLANC

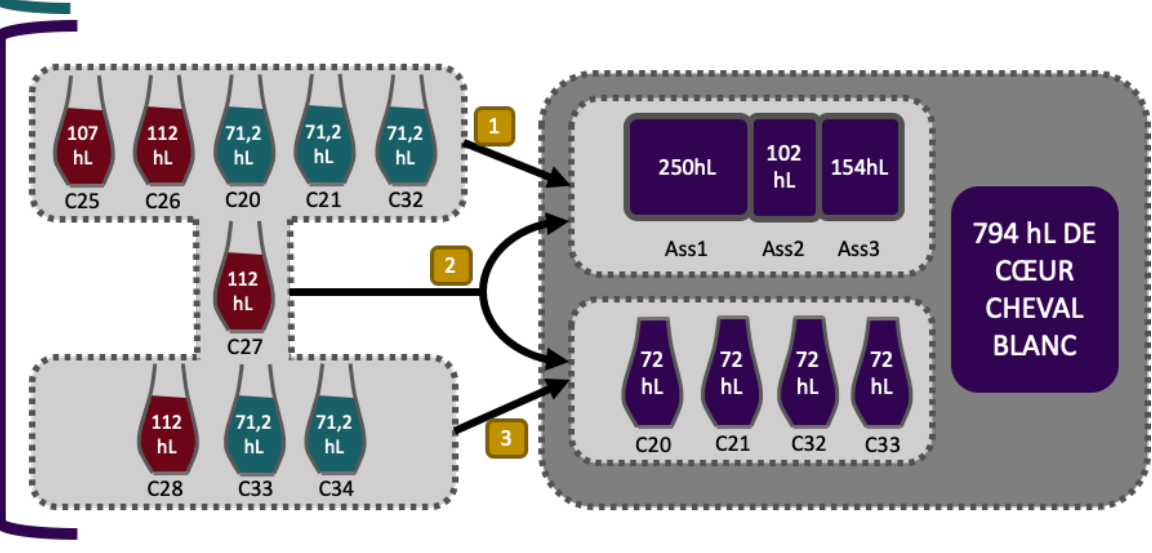


Figure 31 : Organisation des assemblages au Château Cheval Blanc pour le millésime 2019

Comme mentionné précédemment, l'assemblage a été réalisé en amont de l'entonnage pour 2019. Certaines des qualités de chaque parcelle après la fermentation malolactique, l'équipe technique et le directeur général ont décidé de l'assemblage final des deux cuvées. Cet assemblage s'est cependant fait en trois temps car certaines parcelles ont tardé pour la fermentation malolactique et n'ont pas été tout de suite incorporées dans les assemblages (il fallait d'abord les déguster) :

- Un grand assemblage « intra-cépages » a été réalisé avec les parcelles entrant dans la cuvée Cheval Blanc. Ainsi, deux grands groupes ont été regroupés selon les cépages : le « Cœur Merlot » et le « Cœur Cabernet » (qui regroupe le cabernet franc et sauvignon).

Notons que comme nous l'avons vu précédemment, les essais terroir ainsi que l'assemblage de cabernet franc a été échantillonné (5hL) pour une vinification isolée. Ce grand assemblage est détaillé dans la Figure [31].

- Un autre assemblage « inter-cépages » a été réalisé après la formation de ces deux cœurs. Cet assemblage a permis de former le « Cœur Cheval Blanc » de 794hL qui correspond au vin résultant de l'assemblage de toutes les parcelles certaines d'appartenir à l'assemblage du grand vin.
- La dernière étape consiste à assembler le « Cœur Cheval Blanc » avec les parcelles qualitatives ayant terminé leur fermentation malolactique (C18), et d'assembler les parcelles restantes pour « Petit Cheval » entre elles.

Notons que le domaine utilise du matériel spécifique pour l'assemblage : les pompes les plus puissantes sont utilisées du fait de leur débit important. De plus, une « pieuvre » est utilisée et permet la répartition égale du vin dans chaque cuve (Figure [32]). Par sécurité et pour être sûr de ne pas faire déborder les cuves, le plein de chaque cuve est réalisé indépendamment des autres (en fermant les vannes des autres cuves).

A la fin de ces longs assemblages, le vin est prêt pour l'élevage et peut être entonné.

c. Élevage sous-bois du vin : un travail long et précis.

L'élevage sous bois représente un travail très délicat. Si l'élevage est long dans le temps, le vin est fragile et l'erreur n'est pas permise : il doit être réalisé avec une très forte précision. Nous allons voir comment le vin est élevé (tonneliers, chauffe du bois travaux sur le vin...) et comment les règles de l'hygiène régissent l'élevage.

i. Le choix des tonneliers : un choix porté vers la qualité du vin final.

Le choix des tonneliers peut varier d'une année à l'autre. En effet, deux fois par an, des dégustations sont réalisées en compagnie des tonneliers (avant les commandes). Étant tous présents, chaque tonnelier goûte à l'aveugle le vin élevé dans les différentes barriques



Figure 32 : Alimentation égale de chaque cuve de destination

(concurrents compris). Un classement est alors établi et permet de classer la qualité de l'élevage. Une grande importance dans la décision finale est accordée à l'équipe technique qui connaît la typicité et les qualités de l'élevage recherché. Ainsi, les deux partis sont gagnants : l'équipe technique peut suggérer des modifications et affiner les exigences, et les tonneliers bénéficient de remarques constructives.

Les choix des commandes dépendent fortement de ces dégustations : pour le millésime 2019 par exemple, la tonnellerie Saury s'est vue diminuer de moitié sa commande annuelle en barriques (46 barriques seulement) car leur changement de bois n'a pas convaincu l'équipe technique.

Les tonneliers sont généralement les 6 mêmes : Darnajou, Sylvain, Taransaud, Bel Air, Demptos et Saury. Les chauffes sont peu intenses et le grain demandé est fin.

Certains tonneliers sont particuliers : Les artisans de Darnajou ont pour spécificité de fabriquer leurs barriques du début à la fin (pas de production en chaîne). C'est aussi le cas de Sylvain qui adopte cette technique spécialement pour Cheval Blanc, afin que les barriques soient le plus homogènes possible.

Pour le millésime 2019, les quantités de barriques selon les tonneliers sont spécifiées dans la Figure [33].

ii. Contrôle qualité des barriques.

En plus des dégustations de barriques qui servent à contrôler le profil aromatique et structurel du vin, les barriques subissent des contrôles très précis pour s'assurer qu'elles ne présentent pas de défaut.

Dès leur réception, chaque barrique est soumise à un TCA-test (Figure [34]) : il est fixé dans la bonde en silicone. Il a pour but de capter les haloanisoles et halophénols éventuellement présents dans le bois (TCA, TCP, 6TeCA, PCA, TBA, TBP, TeCP et PCP). Au bout de 3 jours à l'intérieur de la barrique, il est envoyé au laboratoire où sa phase piégeante est analysée au GCMS. Chaque barrique est identifiée et si elle est positive au test, elle est éliminée.

De plus, l'eau qui a servi à la préparation des barriques (pour la mise en eau) est aussi analysée pour doubler le test unitaire du TCA-test..

Pour le millésime 2019, aucune barrique n'a été contrôlée positif aux halophénols-haloanisoles.

iii. Organisation et disposition des barriques dans le chai.

Pour faciliter le travail, les barriques doivent être organisées de manière claire dans le chai :

- Entre les différents lots : la séparation « Cheval Blanc » / « Petit Cheval » / « Essais terroir » doit être très claire. Pour cela, l'organisation est simple : Le grand vin prend le plus de place et est placé du côté extérieur du chai. Vient ensuite le lot de second vin puis les essais terroirs. La séparation est claire et marquée.

Tonnelier	Nombre de barriques	Spécificités
Sylvain	104	Barrique premium, chauffe moyenne, grain fin, esquives taillées pour les soutirages
Darnajou	104	
Bel Air	104	
Demptos	104	
Taransaud	104	
Saury	46	

Figure 33 : Fournisseurs et quantités de barriques pour le millésime 2019

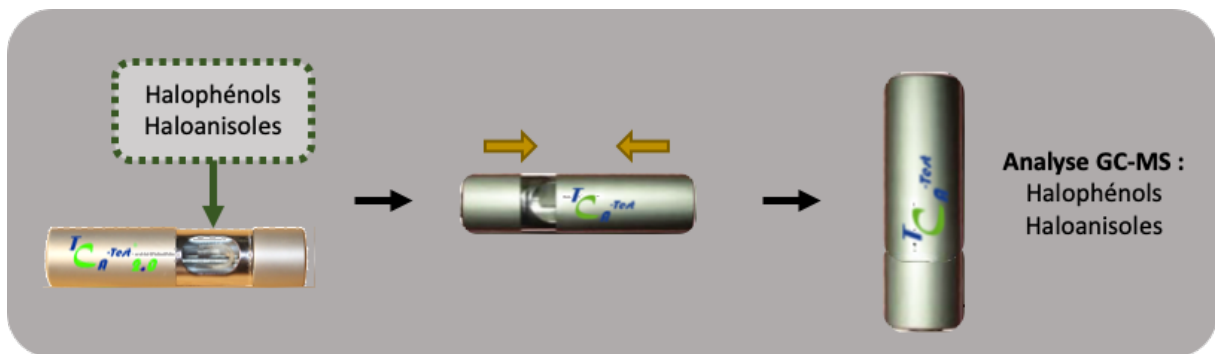


Figure 34 : Présentation de l'utilisation d'un TCA-test

- A l'intérieur des lots, l'organisation des barriques est également importante : Les lots se divisent en plusieurs « blocs » (Figure [36]). Chaque bloc comporte 11 barriques (1 Saury, 2 Taransaud, 2 Sylvain, 2 Demptos, 2 Bel Air, 2 Darnajou). Les barriques du même tonnelier sont espacées à l'intérieur du bloc de manière à ce que le vin soutiré de barrique à barrique par esquive (méthode traditionnelle) ne se retrouve pas deux fois de suite dans le même tonnelier.
- Selon les volumes, les barriques peuvent être en « maille serrée » ou en « maille lâche » (Figure [35]). Dans le cas des mailles lâches, le bloc ne comporte que 9 barriques : Une barrique de chaque tonnelier puis les secondes barriques des différents tonneliers également réparties entre les blocs : le but est que la répartition des tonneliers soit la plus homogène possible.

De plus, le surplus de vin (après ouillage par exemple) est gardé dans le fond du chai pour chaque cuvée ainsi que pour les deux millésimes en cours d'élevage dans des garde-vins de volume adapté (2,5 à 5hL) à chapeau flottant. Cela permet de protéger le vin au mieux au lieu d'avoir une barrique en vidange. (Exemple pour les millésimes 2018-2019 dans la Figure [37]).

Avec cette organisation, l'équipe technique mise sur la clarté pour faciliter le travail des opérateurs. De plus, la disposition des barriques des différents tonneliers est pensée de manière à rendre l'élevage du vin le plus homogène possible.

Les barriques sont préparées avant l'entonnage : les deux fonds de chaque barrique sont remplis d'eau durant 48h pour absorber l'eau et éviter les fuites. Les esquives sont aussi préparées pour boucher le trou de l'esquive laissé par le tonnelier (Figure [38]). Lorsqu'elles sont prêtes, les barriques sont alignées à l'œil nu (l'alignement au cordon n'est pas possible car les barriques forment une courbe). C'est un travail minutieux auquel l'équipe technique porte une forte attention car reflétant l'image du domaine.

iv. Organisation des travaux sur le vin en élevage.

Les travaux d'élevage permettent d'accompagner le vin et de le préparer doucement à la mise en bouteille. Il est très important de respecter la temporalité de ces travaux. Nous traiterons ici les principaux travaux d'élevage (entonnage, soutirage, nettoyage des barriques et ouillages).

- L'entonnage est réalisé à partir des cuves assemblées. Cet entonnage se fait à la pompe : même si l'entonnage par gravité est possible dans le chai, l'équipe préfère utiliser la pompe péristaltique qui a l'avantage de contrôler le débit et qui est équipée d'un pressostat (elle s'arrête lorsque l'entonneur ferme la vanne de sortie du vin). Le remplissage des barriques est réalisé « au bruit » : l'opérateur écoute le vin tomber dans la barrique, le bruit devenant de plus en plus aigu lorsque le niveau de vin monte.



Figure 36 : Organisation des différents blocs de barriques et des tonneliers

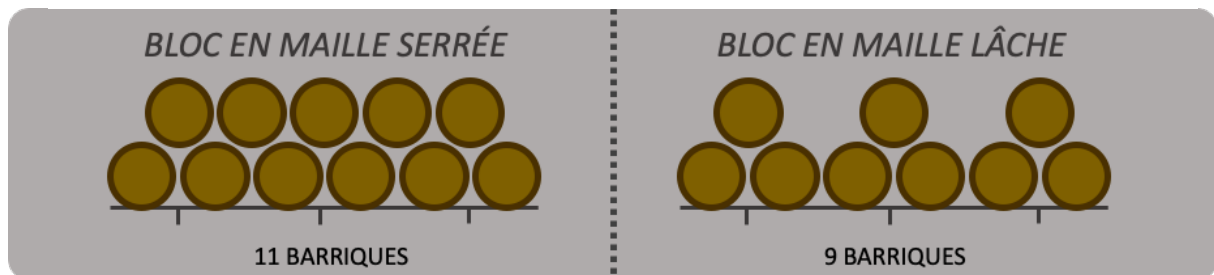


Figure 35 : Disposition des barriques selon les volumes



Figure 37 : Stockage du vin utilisé pour les ouillages



Figure 38 : Préparation des "esquives" pour les soutirages traditionnels

Au lieu de remplir totalement la barrique, un creux de 5cm est laissé de manière à éviter le débordement dû à un dégazage ou à un changement de température du vin. Une bonde en verre est déposée sur la barrique en attendant l'ouillage (Figure [40]).

Le SO₂ est ajusté seulement une semaine après entonnage à 35mg/L.

L'esthétique du chai étant très importante, la propreté est toujours vérifiée par les opérateurs : suite aux opérations d'entonnage et d'ouillage, la barrique est peinte avec du vin. Cela permet de ne pas voir les tâches de vin près du trou de bonde. De plus, de l'eau oxygénée est passée à l'éponge sur les tâches de vin de la partie non peinte des barriques. Enfin, le sol est toujours lavé avec un mélange dilué Vinox-Vinoclean.

- Les soutirages sont réalisés tous les 3 mois. Ils consistent à séparer le vin des lies comportant beaucoup de particules grossières par sédimentation. Cette méthode inventée dans le Bordelais par le Château Haut-Brion a pour vocation d'augmenter le potentiel de garde d'un vin en augmentant sa pureté. A Cheval Blanc, les soutirages sont réalisés à l'esquive (Figure [39]) qui est la méthode traditionnelle. Le premier soutirage est cependant réalisé à la pompe grâce à une canne de soutirage. Pour chaque barrique vidée, le vin est transféré dans une barrique d'un autre tonnelier nettoyée de ses lies. Le soutirage à l'esquive est relativement chronophage car il utilise la gravité pour écouler le vin. Environ 35 barriques sont soutirées chaque jour lors des soutirages, ce qui correspond à 3 semaines de travail. Le SO₂ est aussi ajusté pour s'assurer que le vin est protégé.
- Le nettoyage des barriques est très important (Figure [41]): le bois est un milieu très propice aux développements bactériens. Le nettoyage de cette matière nécessite une grande rigueur et les équipements spécialisés sont très importants pour le mener à bien. A Cheval Blanc, le chai est équipé d'une station de lavage spécialisée pour les barriques. Cette station comporte deux « Barriclean » pouvant laver 2 barriques chacun.
Fraîchement soutirées, les barriques sont d'abord vidées de leurs lies qui sont récupérées dans un garde-vin puis filtrées. Ensuite, elles passent au Barriclean : ce dernier lance un programme de lavage de 2min à l'eau fraîche, 3 min à la vapeur pour nettoyer le bois en profondeur, et enfin 2 min à l'eau froide pour refroidir le bois (plus stable hygiéniquement qu'une atmosphère chaude et humide à l'intérieur de la barrique). Après l'égouttage, les barriques sont soufrées à la mèche (5g par barrique) et immédiatement soufflées à l'air puis replacées à l'égouttage avant d'être de nouveau remplies.
- Les ouillages sont fondamentaux pour la qualité du vin. Les barriques amènent des qualités au vin, mais le bois est un matériau poreux. De ce fait, le liquide s'évapore lentement à travers le bois, créant un vide entre la bonde et le vin. L'objectif de



Figure 40 : Utilisation de bondes en verre après l'entonnage pour permettre un dégazage

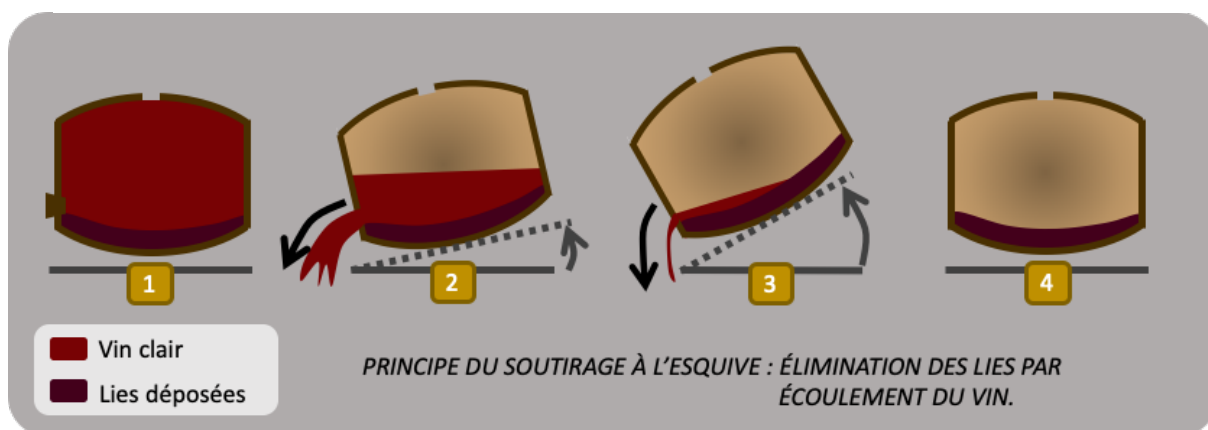


Figure 39 : Méthode d'un soutirage traditionnel "à l'esquive"

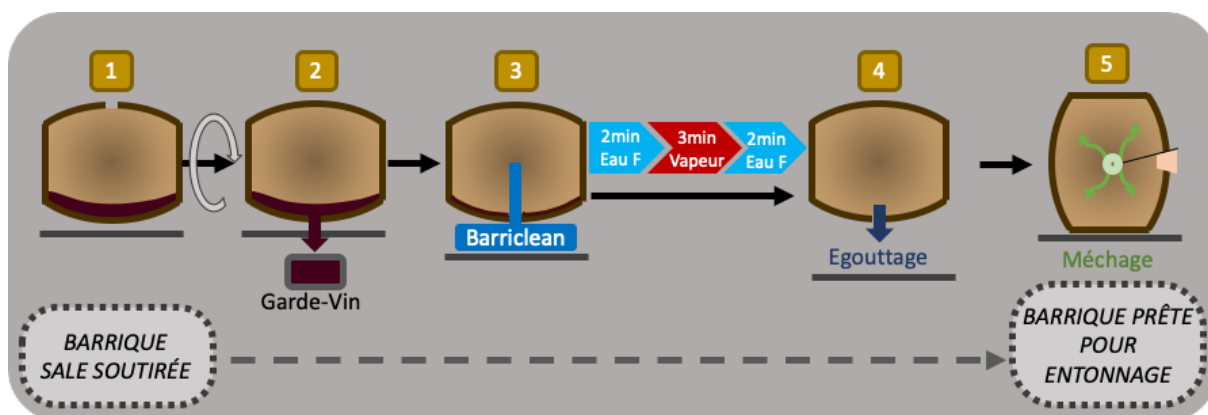


Figure 41 : Méthode de nettoyage d'une barrique avant réentonnage

l'ouillage est de combler ce vide pour ne pas que la surface d'échange entre le vin et l'air soit trop grande. Cependant, il faut ouiller avec parcimonie car c'est un travail qui amène de l'oxygène dans le vin. A Cheval Blanc, les barriques sont systématiquement ouillées après chaque soutirage (après un sulfitage de 1g SO₂ par barrique soit environ 4,5mg/L) ainsi qu'après chaque prélèvement ou échantillonnage. Une barrique est « cassée », c'est-à-dire qu'elle est soutirée dans un garde-vin pour ouiller les autres barriques. Le vin est prélevé dans le garde-vin au moyen d'un bidon-ouilleur. Le port de gants est systématique et le bidon-ouilleur est nettoyé à l'eau très chaude de manière à s'assurer de ne pas importer de population bactérienne ou levurienne indésirable dans les barriques à ouiller.

v. Contrôle qualité en cours d'élevage.

Comme nous l'avons mentionné précédemment, l'élevage en barrique est très délicat : les déviations par des microorganismes sont fortement possibles. Même si la rigueur est très forte (protocoles d'ouillages, de soutirage, de nettoyage des barriques...), un contrôle qualité très strict est mis en place pour ne pas laisser l'élevage au hasard. Pour s'assurer du bon accompagnement du vin lors de l'élevage, plusieurs suivis sont mis en place :

- D'abord, les opérateurs (ouvriers de chai, responsable qualité, mais aussi l'équipe technique) suivent plusieurs fois par an des formations de détection de déviations du vin. Ces formations ont pour but de les sensibiliser sur l'odeur que peuvent produire certaines populations indésirées, comme l'odeur phénolée de *Brettanomyces bruxellensis* par exemple. Nous verrons plus tard que ces formations ont porté leurs fruits à certaines occasions. Si les analyses chimiques sont très importantes, l'odorat est le premier outil de détection de déviations.
- Un contrôle quasi mensuel à bimensuel est réalisé sur chaque barrique pour avoir une force de réaction importante. Le but est de maintenir la quantité de molécules malodorantes en dessous de leur seuil de détection, si une déviation se présente.

Les contrôles habituels sont :

- Les populations de levures totales
- Les phénols volatiles
- L'acidité volatile
- Le SO₂ libre
- Le SO₂ total
- Avant chaque « casse » de barrique qui sert pour l'ouillage, une analyse de population de *Brettanomyces bruxellensis* est réalisée, de manière à ne pas contaminer toutes les barriques à ouiller.

Nous allons maintenant voir un problème qui a pu être rencontré, et quelle a été la réaction de l'équipe du chai pour le contenir.

vi. Réaction de l'équipe du chai en cas de déviance d'une barrique.

Au mois de Novembre 2019, lors des soutirages du millésime 2018, Jérémy (un des deux ouvriers de chai) a cru sentir une odeur de phénols dans une barrique qu'il allait soutirer. Tout de suite, il en a averti la maitre de chai qui a procédé à un contrôle. Le seuil de détection du 4-éthyl-phénol étant de 400µg/L, l'analyse s'est avérée être de très peu au dessus de ce seuil (d'où l'utilité des formations olfactives mentionnées ci-dessus). Cette barrique présentait donc une déviance due aux *Brettanomyces*.

Pour maîtriser cette contamination, le vin de la barrique a été filtré : les *Brettanomyces* présentant une taille de 1 à 2µm, toute filtration de porosité supérieure à 1µm (membranes, terres...) est inefficace pour éliminer la totalité des *Brettanomyces*. Pour ce type de problème, le domaine est équipé d'un filtre tangentiel (Figure [42]) : il lui permet d'être extrêmement réactif et précis dans les filtrations. Une microfiltration tangentielle à 0,1µm est alors réalisée pour éliminer toutes les populations de *Brettanomyces* (cette taille permet aussi d'éliminer les bactéries éventuelles).

Après microfiltration, si le vin ne présente plus les populations indésirables, il présente toujours leurs produits : les 4-éthyl-phénols. Cette barrique est alors filtrée et servira de vin pour l'ouillage. Son introduction très légère dans le vin sain ne pose pas de problème car le vin dans lequel il sera dilué présentera des quantités de phénols bien en deçà du seuil de détection.

Après cette étude de la méthode d'élevage au Château Cheval Blanc, nous pouvons conclure que cet élevage du vin est pour le moins classique et fidèle au mode bordelais : un premier vin élevé 18 mois en barriques neuves, un second vin élevé en 50% de barriques neuves durant 15 mois, 4 soutirages annuels, une hygiène drastique... Ce qui fait la force du domaine, c'est avant tout la maîtrise de cet élevage : les contrôles qualités précis et très récurrents, l'attention portée aux détails (à chaque barrique, à chaque tonnelier...) et surtout la force de réaction en cas de problème. En effet, des déviations peuvent avoir lieu mais elles peuvent rapidement être maîtrisées.

Nous allons désormais suivre la dernière étape cruciale : la stabilisation et le conditionnement du vin qui a été élevé pendant de nombreux mois.

d. Stabilisation et conditionnement du vin.

La stabilisation du vin élevé est une étape très importante. Nous allons voir qu'à l'image de la vinification parcellaire et de l'élevage, elle est très traditionnelle, mais aussi très précise.



*Figure 42 : Filtration tangentielle d'une barrique comportant une population de *Brettanomyces**

i. La stabilisation par collage et filtration : un raisonnement adapté au millésime.

La stabilisation est réalisée de manière très classique : un collage à l'albumine suivi d'une filtration avant mise en bouteille. Pour le collage, à l'issue des 15 et 18 mois d'élevage, le vin est soutiré une dernière fois et pompé dans les cuves en béton du cuvier (préalablement nettoyées et désinfectées).

Raisonnement du collage et de la filtration avant conditionnement :

Pour déterminer la dose d'albumine adéquate au millésime, un test de collage est réalisé au préalable et soumis à la dégustation : l'équivalent d'un, deux, trois et quatre blancs d'œufs par barrique est introduit dans des bouteilles dont le volume de vin à coller a été mesuré avec grande précision. Après 24h au froid, les 4 échantillons collés sont filtrés puis dégustés.

Une analyse complémentaire est faite avant et après collage pour suivre la composition phénolique, la turbidité, et un test de filtrabilité CFLA est réalisé en vue de la filtration avant mise en bouteille : ce test consiste à faire passer le vin à travers une membrane, de mesurer le débit et d'en extrapoler l'évolution du colmatage. Le but est que la filtration puisse se faire sans que les membranes colmatent.

Mise en œuvre de la stabilisation :

Après détermination de la quantité d'albumine à ajouter, cette dernière (achetée sous forme de bouteilles d'albumine de 1kg) est incorporée dans la cuve à l'aide d'un injecteur à colle (principe du venturi) en réalisant un remontage fermé d'une dizaine de minutes à 120hL/h pour une contenance de 50hL (Figure [43]). Ensuite, les cuves sont maintenues à froid durant 4 semaines avant d'être filtrées pour la mise en bouteille. Généralement, une filtration sur cartouches (5 μ m puis 3 μ m) est réalisée.

ii. La mise en bouteille : une dernière étape risquée et sous surveillance.

Lors de la mise en bouteille, le vin travaillé pendant deux ans subit un choc important. Il est fortement manipulé et les sources de problèmes sont nombreuses et variées lors des journées d'embouteillage (raccord mal vissé qui laisse entrer l'air, dilution du vin due à de l'eau stagnante...).

Cette partie du travail sur le vin est tellement risquée que l'équipe technique préfère faire sous-traiter la mise en bouteille : les responsables de production sont d'avis que la mise en bouteille est un véritable métier à part et que les sociétés prestataires sont les plus qualifiées pour cette tâche. C'est donc un camion de mise en bouteille qui vient réaliser la mise en bouteille.

Ces prestataires sont ultra-équipés : le camion est inerte pour que le vin soit le moins altéré possible. Cependant, bien qu'ayant une totale confiance en les professionnels de la mise en bouteille, la confiance n'exclut pas le contrôle : Le vin mis en bouteille est divisé en plusieurs

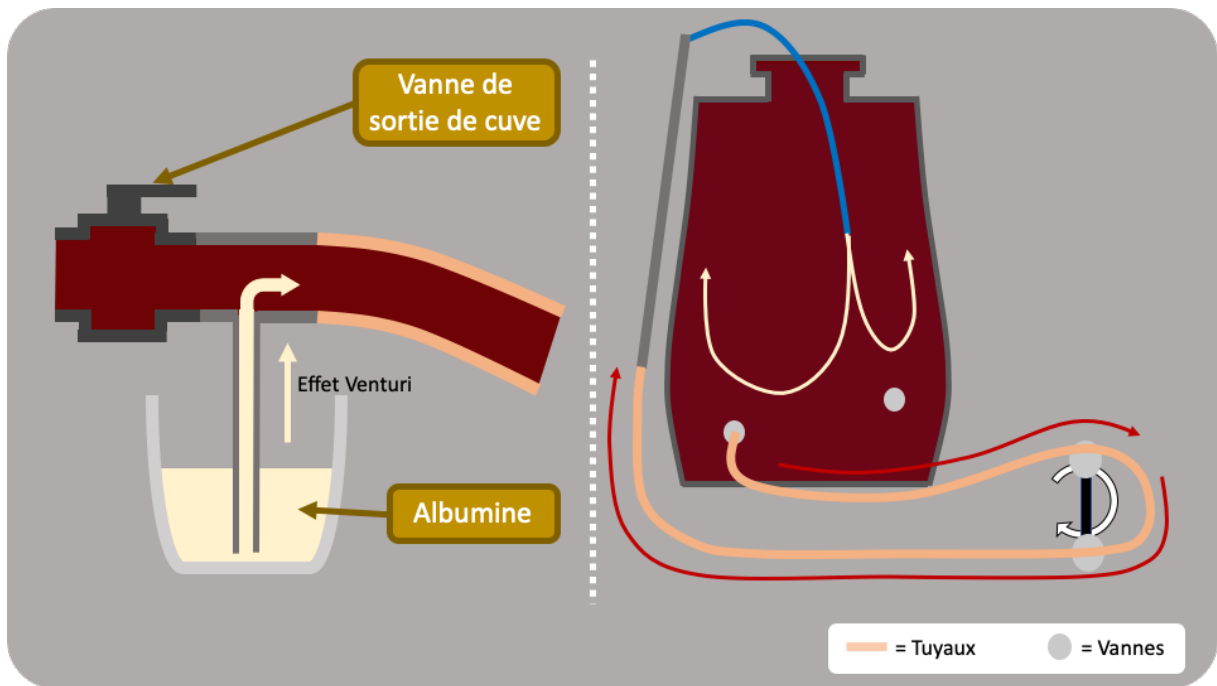


Figure 43 : Incorporation de l'albumine par l'effet venturi lors d'un collage

lots (selon l'ordre chronologique de la mise en bouteille). Pour chacun de ces lots, des contrôles de l'oxygène dissous et de l'oxygène en phase gazeuse sont réalisés via un appareil Nomasense O₂ (Figure [44]): des bouteilles équipées de capteurs placés dans l'espace de tête et au cœur de la bouteille sont placés préalablement dans la bouteille. Cette mesure par luminescence est précise, non destructive, et en temps réel. Ainsi, si une anomalie survient, une réaction rapide peut être mise en place.

e. Quelques mots sur l'aspect économique de production.

Les contraintes économiques n'ont pas été exposées dans ce rapport. En effet, elles sont moindres pour le Château Cheval Blanc, du moins pour la production du vin au sens strict. Si l'extrême majorité des producteurs de vin français présentent des contraintes financières certaines pour la production et se retrouve souvent face à des choix difficiles, ce n'est pas le cas de ce domaine. Le prix de production d'une bouteille a été décomposé et s'élève à environ 35€ tout compris, de la vigne à la vente, alors que la bouteille est souvent vendue en primeur à plus de 500€.

Le domaine a misé sur un modèle économique très simple et rare : maintenir et pousser la qualité du vin à son maximum, pour pouvoir maintenir l'identité du Château et la demande mondiale de ce vin rare. Pour ce, des investissements importants sont faits (chai neuf et ultra-équipé, filtre tangentiel, matériel de la meilleure qualité) pour ne prendre aucun risque et produire le meilleur vin possible en fonction des conditions d'un millésime donné.

De plus, s'il y a un fossé entre le prix de production et le prix de vente, le domaine est moins rentable qu'il n'y paraît : l'essentiel de la marge de vente est encore utilisé pour rembourser les emprunts liés à l'achat de 39ha en premier grand cru classé « A » de Saint-Émilion, et les stocks qui vont avec.

Si tout est mis en place pour l'équipe technique pour travailler dans des conditions parfaites, le domaine fait tout de même attention aux dépenses et investit dans du matériel uniquement si celui-ci se justifie.

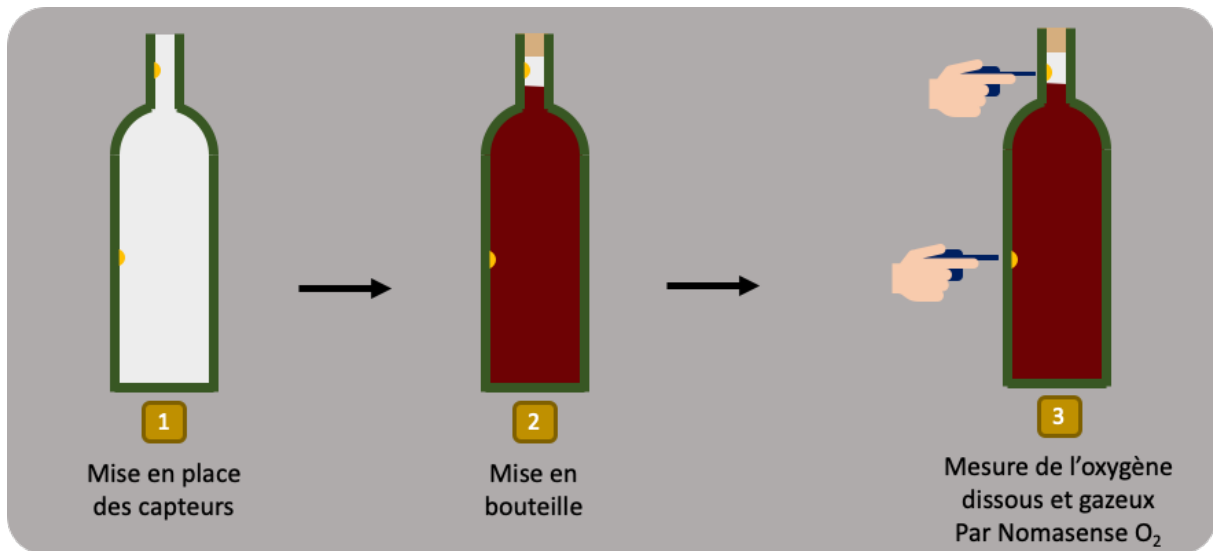


Figure 44 : Contrôle de l'oxygène dissous pour chaque lot lors de la mise en bouteille

Conclusion :

Les méthodes employées par l'équipe technique semblent en résumé très classiques et correspondent tout à fait à la vinification « conventionnelle » du Bordelais : peu d'interventionnisme, deux fermentations successives suivies d'un élevage sous bois, une stabilisation et enfin une mise en bouteille. Cela peut paraître relativement banal, finalement. Cependant, en s'intéressant de très près au travail réalisé par les équipes du domaine, cette image très simple cache un travail et une rigueur incommensurables.

Après avoir étudié très en détail la vinification et l'élaboration du vin au Château Cheval Blanc, nous pouvons expliquer comment les dirigeants maintiennent le niveau qualitatif de ce domaine au-dessus des autres à travers trois axes :

Le premier est représenté par le terroir. L'effet du terroir sur la qualité d'un vin est désormais indéniable, et celui du Château Cheval Blanc est extrêmement qualitatif et varié, ce qui permet la réalisation grands vins. C'est ce qui permet d'acquérir le potentiel du raisin.

Le second axe a été réfléchi à partir du premier : l'outil de vinification a été raisonné selon le parcellaire. En effet, si la conception du chai est au sommet du progrès (équipements modernes, beaucoup de volumes en cuverie, praticité de travail...) et est fondamentale pour la qualité du vin, l'avancée majeure pour le domaine est l'accès à la vinification parcellaire : chaque cuve du chai a été taillée sur mesure de chaque parcelle. Ainsi, les choix de dates de vendanges ou de travaux sur la fermentation gagnent en précision. Ce chai, bien que mettant en œuvre une vinification « simple », représente un outil de travail absolument parfait pour l'élaboration d'un grand vin et laisse peu de place à l'erreur.

Enfin, un troisième axe permet aux deux autres de s'exprimer : c'est le contrôle. En effet, tout est méthodiquement et rigoureusement sous contrôle : du raisin récolté au produit en bouteille en passant par la vinification et l'élevage, absolument tous les paramètres sont parfaitement maîtrisés (températures, hygrométries, tonneliers, analyses...). Le domaine est de plus conscient des enjeux de l'hygiène et des analyses dans l'élaboration d'un vin, et ces méthodes sont essentielles pour encore plus gagner en précision dans le produit fini.

Bien qu'en apparence très simple et naturel, ce travail réalisé au quotidien à la vigne et au chai nécessite beaucoup d'efforts et de moyens. De plus, la pression est importante car en disposant de tous ces moyens de travail, une erreur éventuelle serait forcément d'origine humaine, et l'erreur n'a pas sa place dans un tel domaine.

Bien qu'étant un Bordeaux en apparence excellent mais produit de manière classique, le vin du Château Cheval Blanc et son élaboration n'ont rien de simple et cachent un travail colossal, mettant en lumière un terroir et un savoir faire.