

## Correction de la teneur en alcool des vins par évaporation partielle sous vide en cours de fermentation alcoolique

## Correction of alcohol content in wines by partial vacuum evaporation during alcoholic fermentation

François Davaux<sup>1</sup>, Jean-Luc Favarel<sup>2</sup>, Kévin Sanguy<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institut Français de la Vigne et du Vin, 1920 route de Lisle sur Tarn, 81310 Peyrole, France

<sup>2</sup> Péra-Pellenc, 25 Avenue François Mioch, 34510 Florensac, France

**Abstract.** Correcting the alcoholic content of wines by partial vacuum evaporation during fermentation enables the desired alcoholic strength to be precisely reduced. The volume of pure alcohol to be removed depends on the volume of the tank to be dealcoholized. The dealcoholization process continues until the calculated amount of alcohol is reached. Carried out during fermentation, dealcoholization makes it possible to limit aromatic losses by resynthesizing certain aromatic molecules during further alcoholic fermentation. On Sauvignon, treatment during fermentation produced wines richer in thiols (+25%), B-damascenone (+14%) and linalool (+8%). On Merlot rosé and Tannat, we measured an increase in acetate (+4 and +14%) and ester (X10 and +25%) content. In all cases, linalool content increases after dealcoholization during fermentation. A comparison between dealcoholization during AF and on wine shows a lower concentration of aromatic compounds in products dealcoholized on finished wine. However, this has to be put into perspective, as triangular tasting of Sauvignon and Merlot rosé did not reveal any significant difference between the 3 wines. In most cases, dealcoholization by partial evaporation under vacuum results in a small increase in pH and certain organic acids, as well as an increase in IPT, anthocyanins (rosé and red) and color intensity (rosé and red), due to the elimination of ethanol (water + ethanol mixture), which leads to a certain concentration of the wines. Recovered de-alcoholization condensates can be marketed as "eau de vie de vin" (subject to compliance with production conditions), which contributes to the economic equilibrium of de-alcoholization. However, this technology still requires some optimization to obtain condensates with a higher alcohol concentration, and to limit the energy consumption of the process by working at lower temperatures.

### 1. Introduction

Le changement climatique [1, 2] est devenu une réalité qui se manifeste tous les ans un peu plus dans nos régions viticoles [3, 4] du sud et du sud-ouest de la France. Cela se traduit par la modification de la composition chimique [5] des raisins avec notamment une diminution de l'acidité et une forte augmentation de la teneur en sucres [6, 7]. Cette concentration en sucres élevée n'est pas sans conséquence sur le bon déroulement des fermentations alcooliques avec des départ en fermentation plus difficile et souvent des fins de fermentation languissante, voir dans les cas extrêmes des blocages de fermentation [8]. Par ailleurs, les consommateurs recherchent des vins plus faciles à boire

avec une teneur plus réduite en alcool. La correction de la teneur en alcool (-20% du degré alcoolique initial) s'inscrit dans une démarche visant à répondre aux attentes des consommateurs à la recherche de vins plus diététiques, allégés ou à plus faible teneur en alcool (9 à 13% Vol.). Cette correction permet également de rééquilibrer la bouche des vins en diminuant le côté brûlant apporté par l'éthanol [9]. Le niveau des taxes applicable peut également être une raison de correction de la teneur en alcool des vins. En fonction du degré alcoolique on peut passer de la catégorie « vin » à la catégorie « spiritueux » qui est plus fortement taxé. Au Etats Unis, au delà de 14 % Vol. d'alcool ou dans les pays scandinave (Pays bas, Suède, Danemark) au-delà de 15% Vol. d'alcool, les taxes sont plus élevées.

Quelle que soit la technologie utilisée, la désalcoolisation a un impact non négligeable sur la composante aromatique des vins qui conduit à une diminution plus ou moins importante des arômes du vin [10, 11, 12, 13, 14]. L'approche novatrice de cette étude est de réaliser la désalcoolisation en cours de fermentation alcoolique afin de limiter et/ou préserver les pertes aromatiques sur vin fini. L'hypothèse est que cette façon de procéder permet aux levures de resynthétiser des composés aromatiques lors de la poursuite de la fermentation alcoolique post désalcoolisation. Cette technologie fait l'objet d'un dépôt de brevet auprès de l'Institut National de la Propriété Industrielle (INPI) [15].

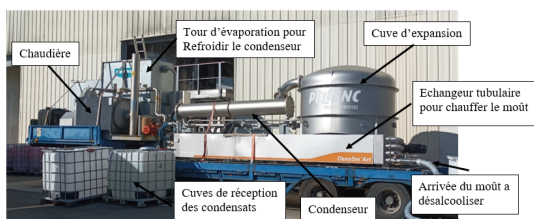
Ces travaux réalisés en condition industrielle (25 hl à 530 hl) sont mis en œuvre à partir d'un équipement d'évaporation partielle sous vide développé spécifiquement pour cette application. Cet équipement est dérivé de la technologie de « Flash détente » utilisée depuis plus de 25 ans pour l'extraction des polyphénols [16].

Actuellement, la désalcoolisation en cours de fermentation alcoolique n'est pas autorisée par l'OIV mais est autorisée dans l'UE sous certaines conditions d'avancement de la fermentation alcoolique [17]. Cette étude fait l'objet d'une évaluation par l'OIV en vue d'autoriser la désalcoolisation en cours de fermentation.

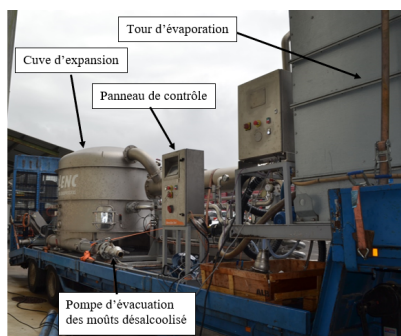
## 2. Matériel et méthode

### 2.1. Equipement de désalcoolisation

La désalcoolisation des moûts en fermentation par évaporation sous vide partiel est réalisée à partir d'une unité de traitement de la vendange par Flash détente modifiée (Péra-Pellenc) ayant une capacité de traitement de 30 hl/h.



**Figure 1.** Equipement de Flash détente destiné à la correction de la teneur en alcool des vins par traitement du moût en fermentation – Vue de dos.



**Figure 2.** Equipement de Flash détente destiné à la correction de la teneur en alcool des vins par traitement du moût en fermentation – Vue de face.

Cet équipement est adapté pour la désalcoolisation des moûts en fermentation avec un vide plus poussé, un débit de la pompe à vide plus important et une évacuation des condensats. Le moût est chauffé à 80°C puis envoyé dans la cuve d'expansion sous vide (50 mbars). La pompe à vide est dimensionnée de façon à éliminer les volumes importants de CO<sub>2</sub> fermentaire libérés lors du passage du moût en fermentation dans la cuve sous vide. Les vapeurs d'eau et d'éthanol produites dans la cuve sous vide sont éliminées après passage dans un condenseur refroidi par l'eau d'une tour aérorefrigérante. Après condensation des vapeurs eau + alcool celles-ci sont récupérées dans des cuves graduées en plastique de 10 hl.

Le condensat composé essentiellement d'un mélange eau + éthanol ainsi que des composés aromatiques extrait simultanément. Le degré alcoolique du condensat est compris entre 34 et 50 % Vol. en fonction des caractéristiques du moût en fermentation et du réglage de l'évaporateur sous vide. Du fait de la vaporisation du mélange eau/éthanol (réaction endothermique), la température du moût en fermentation redescend instantanément à 35°C. Un refroidissement complémentaire est cependant nécessaire avant réintroduction dans la cuve de fermentation.

### 2.2 Dispositif expérimental

Ces essais sont réalisés sur des volumes significatifs dans 2 caves coopératives du Sud-Ouest de la France.

**Tableau 1.** Description des 3 essais

Cave	Cépage	Volume
Cave 1	Sauvignon	250 hl
Cave 1	Merlot Rosé	530 hl
Cave 2	Tannat	22hl

Pour la cave 1, l'objectif est de réaliser des vins IGP avec un degré alcoolique compris entre 9 et 10 % Vol. destiné à un marché spécifique de vin traditionnel à faible teneur en alcool. Pour atteindre cette objectif, les raisins sont récoltés avec un degré alcoolique potentiel compris entre 11,5 et 12,5 % Vol. et la désalcoolisation correspond à une correction de la teneur en alcool des vins. Cela correspond à une diminution du degré alcoolique d'un maximum de -20% par rapport au degré initial.

Sur Sauvignon et Merlot rosé, nous comparerons la désalcoolisation en cours de fermentation alcoolique et sur vin fini en utilisant la même technologie de désalcoolisation.

Pour la cave 2, les objectifs sont différents, puisqu'il consiste à corriger le degré alcoolique de -20% (15 -> 12 % Vol.) des vins de Tannat en cours de fermentation afin d'améliorer leur fermentescibilité et d'éviter les arrêts de fermentation. Le second objectif est d'améliorer la buvabilité du vin. En effet traditionnellement, le Tannat doit atteindre un niveau de maturité de 15/16 % Vol. pour obtenir des tanins à maturités optimales, ce qui conduit à des problèmes fermentaires et affecte l'acceptabilité par le consommateur.

Le Témoin est mis en place au moment de la désalcoolisation où une partie de la cuve en fermentation est transférée dans une petite cuve pour terminer la fermentation dans les mêmes conditions que la cuve désalcoolisée. La cuve de Merlot (rouge) est issue d'une thermovinification et est vinifiée en phase liquide. La cuve de Tannat est vinifiée de façon traditionnelle en début de fermentation. Elle est décuvée le matin de la mise en place de l'essai et la fermentation se termine en phase liquide. En volume industriel, cette façon de procéder permet d'obtenir une matière première strictement identique entre le Témoin et la modalité désalcoolisée.

La désalcoolisation est réalisée en cours de fermentation lorsque le TAV acquis atteint 8-9% Vol. Il est important de réaliser la désalcoolisation lorsque le niveau d'alcool acquis est suffisamment élevé de façon à obtenir des condensats plus concentrés en alcool. En fonction de la baisse du degré alcoolique que l'on veut obtenir sur le vin fini et du volume de la cuve à désalcooliser, on détermine le volume d'alcool pur à éliminer du vin. Lors de la désalcoolisation, on mesure le degrés moyen du condensat (eau + alcool) que l'on extrait du vin en fermentation pour calculer le volume de condensat que l'on doit retirer. Le traitement de la cuve à désalcooliser se poursuit jusqu'à l'obtention du volume d'alcool à éliminer. Cela permet de ne désalcooliser que le volume de vin nécessaire à l'obtention du volume d'alcool à éliminer. Seule une fraction de la cuve est traitée, ce qui permet la recolonisation de la fraction désalcoolisée par les levures de la cuve mère, et l'achèvement de la fermentation alcoolique.

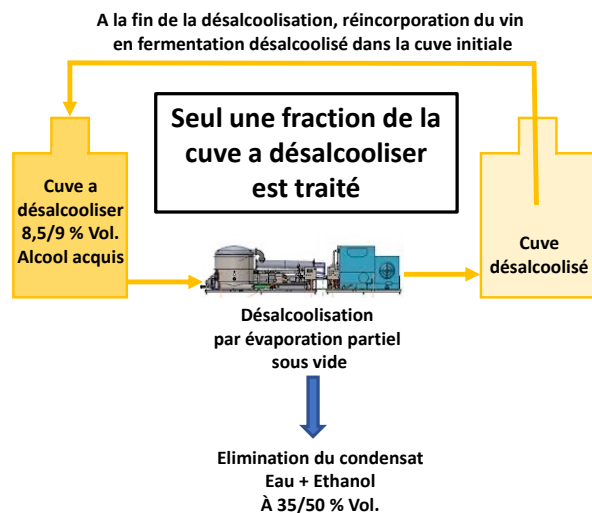


Figure 3. Schéma de la méthodologie de traitement d'une cuve à désalcooliser.

## 2.2. Méthodes analytiques

En fonction de l'estimation de la durée du traitement, des échantillons sont prélevés toutes les 30mn ou 1h. Les caractéristiques analytiques des vins en fermentation sont déterminées avant et après désalcoolisation durant toute la durée de la désalcoolisation, puis sur vin fini après mise en bouteilles. Le condensat extrait du vin en fermentation est également analysé.

Le suivi de la désalcoolisation est réalisé par une mesure régulière de la quantité de condensat obtenue (graduation du récipient) et la mesure du degré alcoolique de ce dernier par un densimètre électronique DMA<sup>TM</sup> 35 (Anton Paar).

Des prélèvements de vin en fermentation sont réalisés durant tout le cycle de désalcoolisation (avant et après). Ces échantillons sont stabilisés par du SO<sub>2</sub> à 0,1g/l puis mis au froid afin de bloquer la fermentation du vin en fermentation avant traitement. Cela permet de bloquer la fermentation alcoolique et d'obtenir une mesure précise du TAV sur les modalités avant désalcoolisation.

Le degré alcoolique est déterminé par un Alcoolyzer Wine M (Anton Paar), l'acidité totale (g/l H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) et le pH par un Titalab AT1000 Series (Hach), les acides organiques (Acides malique, lactique et tartrique) sont déterminés par méthode enzymatique pour les deux premiers et colorimétrique pour l'acide tartrique sur un analyseur séquentiel Gallery Plus (Thermo scientific, USA). Les mesures de couleur, IC', coordonnées tristimulaires, l'IPT et les anthocyanes (méthode par décoloration au SO<sub>2</sub>) sont réalisées sur un spectrophotomètre UV/Visible Nicolet évolution 100 (Thermo electron Corporation, USA).

L'analyse des composés aromatiques sur vin fini tels que les esters, les norisoprénoides et les terpénols sont analysés par GC-MS-MS avec dilution isotopique par un laboratoire spécialisé.

L'analyse des composés aromatiques dans les condensats est réalisée par GC-FID par un laboratoire spécialisé dans l'analyse des alcools.

L'analyse sensorielle est réalisée par un jury entraîné, composé d'une douzaine d'œnologues, ingénieurs et techniciens de l'IFV.

## 3. Résultats et discussion

### 3.1. La désalcoolisation

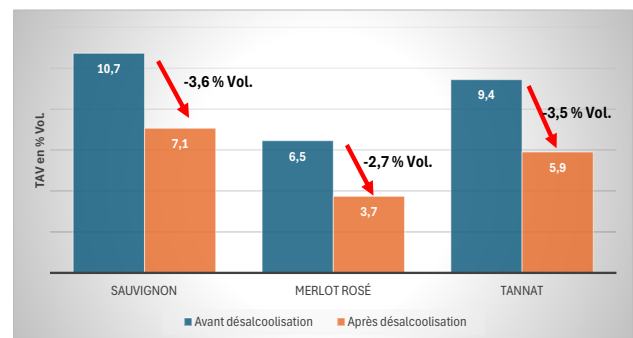


Figure 4. Fraction désalcoolisée de la cuve dont on veut réduire le degré alcoolique. Elimination de l'alcool lors du passage dans l'évaporateur sous vide – Traitement en continu à 30 hl/h.

Le traitement du vin en fermentation permet de diminuer le degré alcoolique du vin entre -2,7 et -3,6 % Vol. selon les vins). Le niveau de désalcoolisation dépend de différents facteurs comme la température de chauffe du vin, le niveau de vide dans la cuve d'expansion et le degré alcoolique acquis. Pour une évaporation optimale de l'éthanol, le niveau d'alcool acquis doit être au minimum

de 8-9% Vol. avec un niveau de vide le plus poussé possible. La température de chauffe est moins prépondérante, des essais préliminaires (non présentés ici) ont montré de bons résultats de désalcoolisation pour des chauffes de 60°C.

**Tableau 2.** Caractéristiques analytiques des vins en fermentation avant/après désalcoolisation.

	Sauvignon		Merlot rosé		Tannat	
	Avant désalcoolisation	Après désalcoolisation	Avant désalcoolisation	Après désalcoolisation	Avant désalcoolisation	Après désalcoolisation
Degré alcoolique [% Vol]	10,7	7,1	6,5	3,7	9,4	5,9
Alcool potentiel [% Vol]	1,9	2,3	6,0	4,8	5,98	6,20
Acidité Totale [g/l H2SO4]	4,9	4,3	4,9	2,9	5,4	6,0
pH	3,50	3,42	3,36	3,31	3,42	3,39
Acide Tartrique [g/l]	1,5	2,7	3,6	1,1	3,1	5,7
Acide Malique [g/l]	2,5	2,8	2,4	2,1	2,0	2,1
Glucose/Fructose [g/l]	32,6	38,6	101,2	81,0	100,6	104,3
Acide acétique g/l	0,26	0,29	0,15	0,13	0,23	0,20
Azote alpha-aminé [mg/l]	20	27	36	20	16	20
Azote ammoniacal [mg/l]	0	0	0	40	0	0
Azote assimilable [mg/l]	20	27	36	60	16	20
IPT	6,5	7,7	12,8	13,0	90,3	99,2
Anthocyanes [mg/l]	ND	ND	165	115	1644	1655
DO 420	0,18	0,37	1,38	0,91	13,27	15,89
DO 520	ND	ND	2,02	1,32	32,13	35,80
DO 620	ND	ND	0,47	0,31	6,32	8,06
IC'	ND	ND	3,9	2,5	51,7	59,7
Nuance	ND	ND	0,68	0,69	0,41	0,44
L	91,25	85,48	35,47	47,42	27,78	22,45
a	-1,47	-1,64	56,74	49,15	56,62	49,36
b	5,88	15,42	19,91	15,34	21,34	24,31
C	6,07	15,50	60,13	51,48	60,51	55,02
h	104,05	96,06	19,34	17,34	20,65	26,22

Les résultats présentés dans le tableau ci-dessus correspondent à la perte d'alcool lors du passage du moût en fermentation dans l'équipement d'évaporation sous vide. Il ne correspond pas à la perte réelle que l'on mesure sur vin fini car seule une fraction de la cuve initiale est désalcoolisée puis réincorporée avec la partie non désalcoolisée. L'assemblage des deux fractions désalcoolisée et non désalcoolisée donne le degré alcoolique moyen en prenant en compte les volumes de chacune des deux fractions.

La désalcoolisation en cours de fermentation alcoolique entraîne des modifications de la composition physico-chimique du vin en fermentation. Ces modifications portent essentiellement sur le pH (plus faible), la composition en acides organiques et la composition polyphénolique des vins. Ces modifications sont dues au facteur de concentration qui découle de l'élimination de l'alcool (mélange eau + alcool) du vin.

**Tableau 3.** Bilan matière de la désalcoolisation par évaporation partielle sous vide en cours de fermentation.

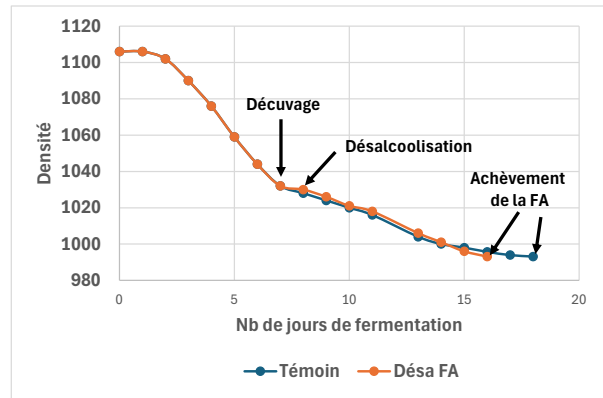
	Volume de la cuve à désalcooliser en Hl	Volume de condensat en Hl	TAV moyen des condensat en % Vol.	Perte en volume	Baisse du TAV en % Vol.
Sauvignon	250	17	39,4	6,8%	-2,6
Merlot Rosé	530	50,02	34,2	9,4%	-2,6
Tannat	22	1,98	35,5	9%	-3

La désalcoolisation par évaporation partielle sous vide entraîne une perte de volume de vin compris entre 6,8% et 9,4% du volume de la cuve à désalcooliser, qui correspond au volume de condensat extrait. Plus le condensat est concentré en alcool, moins il y a de perte de volume de la cuve désalcoolisée.

Pour une correction de la teneur en alcool du vin fini de -20% Vol. il a été nécessaire de désalcooliser entre 50 et 80% du volume de la cuve initiale en fermentation. Le

volume de la cuve à traiter est dépendant du degré alcoolique du condensat et du niveau d'alcool éliminé lors du traitement.

### 3.2. Poursuite de la fermentation alcoolique



**Figure 5.** Cinétique fermentaire du Tannat – Comparaison de la cuve Témoin et de la cuve désalcoolisée en cours de fermentation.

Seule la cinétique fermentaire du Tannat est présentée ci-dessus, mais l'ensemble des 3 essais présente des cinétiques comparables. A l'issue de la désalcoolisation, le moût désalcoolisé est réintroduit dans la cuve initiale pour poursuivre sa fermentation alcoolique après avoir été ramené à la température de fermentation. La reprise de la fermentation alcoolique se fait par la recolonisation du moût désalcoolisé par les levures présentes dans la fraction non traitée. La poursuite de la fermentation alcoolique se fait sans aucun ralentissement. La cuve désalcoolisée achève sa fermentation alcoolique 48h avant la cuve Témoin. La concentration moindre en alcool semble faciliter la fin de fermentation.

### 3.3. Impact de la correction de la teneur en alcool sur la composition du vin fini

**Tableau 4.** Caractéristiques analytiques des vins finis après mise en bouteilles.

	Sauvignon		Merlot rosé		Tannat	
	Témoin	Désalcoolisation en FA	Témoin	Désalcoolisation en FA	Témoin	Désalcoolisation en FA
Degré alcoolique [% Vol]	13,2	10,6	13,2	10,6	11,0	11,9
% de diminution du TAV		-19,7		-19,9		-20,1
Acidité Totale [g/l H2SO4]	3,8	4,0	3,9	3,1	3,7	4,0
pH	3,43	3,37	3,43	3,40	3,48	3,40
SO2 Libre [g/l]	21	19	14	21	25	18
SO2 Total [mg/l]	92	91	67	66	71	51
Acide Tartrique [g/l]	1,3	1,3	1,3	1,3	1,5	1,3
Acide Malique [g/l]	2,4	2,5	3,0	2,3	0,1	2,9
Acide Lactique [g/l]	0,1	0,1	0,0	0,0	1,1	0,0
Acide acétique g/l	0,47	0,53	0,36	0,44	0,63	0,29
Glucose/Fructose [g/l]	0,3	0,1	0,3	0,2	0,4	0,2
IPT	6,0	6,3	6,6	9,6	11,5	12,4
Anthocyanes [mg/l]	ND	ND	ND	121	137	140
DO 420	0,06	0,07	0,12	0,34	0,53	0,59
DO 520	ND	ND	ND	0,51	0,58	1,04
DO 620	ND	ND	ND	0,04	0,11	0,13
IC'	ND	ND	ND	0,89	1,21	1,75
Nuance	ND	ND	ND	0,66	0,91	0,57
L*	99,90	99,54	96,69	76,37	71,39	58,80
a*	-2,37	-2,39	-1,37	33,05	29,40	53,37
b*	4,27	5,71	6,51	6,59	15,05	13,18
C	4,88	6,19	6,65	33,71	33,03	54,98
h°	119,04	112,74	101,88	11,28	27,11	13,87



Pour l'ensemble des essais, l'objectif de diminution du degré alcoolique est atteint avec une baisse du TAV des vins traités proche des -20% Vol. par rapport au Témoin. Sur vin fini, on mesure peu de modification de la composante acide mis à part sur Sauvignon où l'on observe une petite augmentation de l'acidité totale et une diminution du pH. Pour la majorité des acides organiques, on n'observe pas de variation significative entre le vin témoin et le vin désalcoolisé. Quelle soit réalisée en cours de fermentation ou sur vin fini, la désalcoolisation n'entraîne que peu de modification des paramètres de l'acidité des vin (pH, acidité totale et acides organique) contrairement aux polyphénols.

L'ensemble des lots désalcoolisés présentent un IPT plus élevé que les Témoins. Pour le Merlot Rosé et le Tannat les lots désalcoolisés sont plus riches en anthocyanes et présentent des intensités colorantes plus élevées. Ces augmentations de l'intensité colorante et de la composition polyphénolique des vins finis sont dues au facteur de concentration lié à l'élimination des condensats (mélange eau + alcool). La désalcoolisation sur vin fini semble conduire à une concentration plus importante de la composition des vins en polyphénol qu'une désalcoolisation en cours de fermentation alcoolique. Cela pourrait être lié à des phénomènes de copigmentation différents

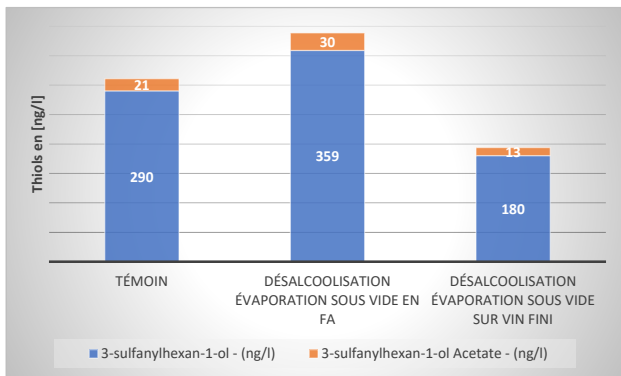


Figure 6. Influence du stade de la désalcoolisation sur la teneur en thiols des vins de Sauvignon.

Sur Sauvignon, la désalcoolisation en cours de fermentation semble conduire à une nouvelle synthèse des thiols lors de la poursuite de la fermentation alcoolique post traitement. Cette nouvelle production de Thiols conduit à un gain en 3MH de +23,8% et de +42,8% pour l'acétate de 3MH. Pour la modalité désalcoolisée sur vin fini, on mesure une perte de la teneur en 3-MH de -37,9% et -38,1% pour l'acétate de 3-MH.

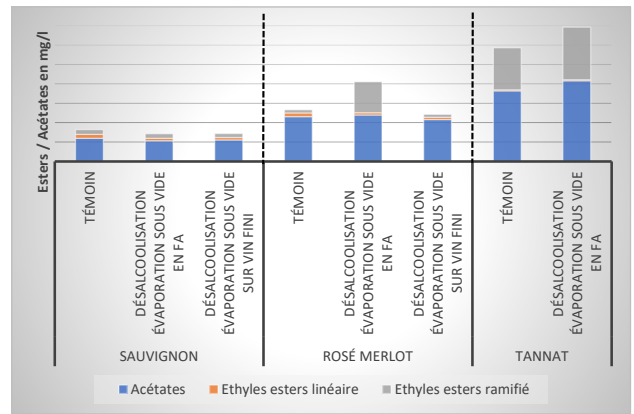


Figure 7. Influence du stade de la désalcoolisation sur la teneur en esters et acétates des vins.

Les vins de Merlot rosé et Tannat désalcoolisés en cours de fermentation alcoolique présentent des compositions en acétate et esters plus importante que les vins témoins. Cela semble lié, comme pour les thiols sur le Sauvignon, à une re-synthétisation de ces composés lors de la poursuite de la fermentation alcoolique post désalcoolisation. La désalcoolisation sur vin fini entraîne logiquement une diminution de ces composés sur le Merlot rosé.

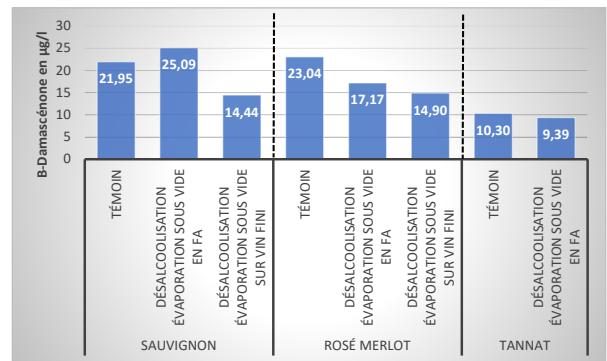


Figure 8. Influence du stade de la désalcoolisation sur la teneur en B-damascénone des vins.

La désalcoolisation par évaporation partielle sous vide en cours de fermentation semble limiter les pertes en B-damascénone sur le rosé de Merlot et le Tannat, par rapport à une utilisation sur vin fini. Sur Sauvignon, on mesure une petite augmentation de la B-damascénone pour la désalcoolisation en cours de fermentation alcoolique.

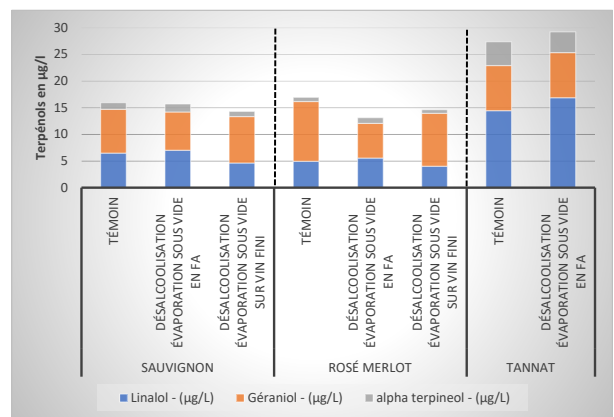


Figure 9. Influence du stade de la désalcoolisation sur la teneur en Terpénols des vins.

La correction de la teneur en alcool réalisée en cours de fermentation alcoolique semble conduire à une libération légèrement plus élevée du Linalol par rapport aux Témoins non désalcoolisés. Réalisé sur vin fini l'impact de la désalcoolisation est proche des résultats obtenus en cours de fermentations.

### 3.4. Impact sensoriel de la correction de la teneur en alcool

**Tableau 4.** Tests triangulaires entre un Témoin et des vins désalcoolisés à différents stades de leur élaboration.

Cépage	Vins	Nombre de dégustateurs	Bonnes réponses	Mauvaises réponses	Significativité à 5%
Sauvignon	Désalcoolisation en FA	10	5	5	NS
	Désalcoolisation sur vin fini	10	4	6	NS
Merlot Rosé	Désalcoolisation en FA	10	4	6	NS
	Désalcoolisation sur vin fini	10	6	4	NS
Tannat	Désalcoolisation en FA	10	7	3	S

Sur ces essais seuls des tests triangulaires sont réalisés entre les vins témoins et chacune des modalités désalcoolisées, en cours FA ou sur vin fini. Les dégustations sont réalisées en verres noirs par un jury composés d'œnologues et de techniciens. Les dégustateurs devaient également expliciter les différences perçues en répondant à des questions (case à cocher) sur le vin qu'ils jugeaient différents. Sur vin blanc et rosé, aucune différence significative n'est perçue par les dégustateurs entre le Témoin et les vins désalcoolisés quel que soit le stade de la désalcoolisation.

Sur Tannat les dégustateurs montrent une différence significative entre le Témoin et la modalité désalcoolisée. Le questionnaire sur le vin jugé différent, fait ressortir que la modalité désalcoolisée est plus tannique, plus acide avec moins de gras que le Témoin.

### 3.5. Caractéristiques aromatiques des condensats de désalcoolisation

**Tableau 5.** Caractéristiques aromatiques des condensats de désalcoolisation.

		Sauvignon	Merlot Rosé	Tannat
Titre alcoométrique vol. réel	(%vol)	42,96	34,75	37,37
Méthanol	(g/hL alcP)	35,8	45,7	102,6
Acétaldéhyde	(g/hL alcP)	13,7	17,1	9,6
Formiate d'éthyle	(g/hL alcP)	<0,5	<0,5	<0,5
Acétate d'éthyle	(g/hL alcP)	32,8	<12,5	<12,5
Acétal en éthanal	(g/hL alcP)	1,7	1,7	1
Aldéhydes en éthanal	(g/hL alcP)	15,4	18,9	10,6
Butyrate d'éthyle	(g/hL alcP)	<0,5	<0,5	<0,5
Butanol-2	(g/hL alcP)	<1,5	<1,5	<1,5
Propanol-1	(g/hL alcP)	28,4	35,7	21,7
Isobutanol (Méthyl2 Propanol1)	(g/hL alcP)	41,7	< 25,0	49,1
Acétate d'isoamyle	(g/hL alcP)	8,8	3,1	0,7
Alcool allylique	(g/hL alcP)	<0,2	0,2	0,2
Butanol-1	(g/hL alcP)	< 0,5	< 0,5	0,9
Isopentanol	(g/hL alcP)	243,6	254,1	340,5
Caproate d'éthyle	(g/hL alcP)	3,6	1,1	0,5
Lactate d'éthyle	(g/hL alcP)	<1,3	1,3	1,3
Hexanol	(g/hL alcP)	2,2	1	3,7
Cis-3 Hexenol-1	(g/hL alcP)	<0,5	<0,5	0,5
Caprylate d'éthyle	(g/hL alcP)	5,7	4,7	0,7
Furfural	(g/hL alcP)	<2	2	2
Caprate d'éthyle	(g/hL alcP)	7,7	4,6	0,5
Phényl-2 éthanol	(g/hL alcP)	<0,5	3,5	4,6
Laurate d'éthyle	(g/hL alcP)	<0,5	<0,5	<0,5
Somme substances volatiles	(g/hL alcP)	413,3	390,5	463,6

Le titre alcoométrique des condensats est compris entre 34,75 % Vol. et 42,96 % Vol. ce qui est un peu faible pour le Merlot rosé et le Tannat. Un condensat trop peu concentré en alcool entraîne des pertes de volume plus important sur ces vins. L'alcool obtenu lors de la désalcoolisation peut obtenir la dénomination « eau de vie de vin » sous condition de respecter la réglementation Européenne sur les alcools [16]. Cette réglementation impose des limites maxi et/ou mini pour différents critères. La teneur maximale en méthanol est de 200 g/hl d'alcool, les substances volatiles supérieures ou égales à 125 g/hl d'alcool pur et le degré alcoolique compris entre 37,5 et 86 % Vol. Les alcools obtenus lors de la désalcoolisation répondent à ces critères exceptés pour les degrés alcooliques des condensats de Merlot rosé et de Tannat qui ont des degrés alcooliques légèrement inférieurs.

## 4. Conclusion

Cette étude montre l'intérêt de la désalcoolisation par évaporation partielle sous vide sur vins finis et encore plus en cours de fermentation alcoolique, quelle que soit la couleur du vin. Dans le cadre de la correction de la teneur en alcool des vins (-20% / degré alcoolique initial), cette technique est parfaitement adaptée à ce type d'opération, en acceptant une perte d'environ 10% de volume pour une perte de 2% vol éthanol.

L'utilisation de la technique en cours de FA permet de limiter l'impact de la désalcoolisation sur la composition aromatique des vins. La fin de fermentation après désalcoolisation permet une resynthèse d'arômes favorable à la qualité des vins. La désalcoolisation en cours de fermentation a montré une production un peu plus importante de certains composés aromatiques comme les thiols sur Sauvignon ou les esters, B-damascénone ou certains Terpènes comme le linalol, ces gains de composés aromatiques n'ont pas été mis en évidence par les dégustations. Des études complémentaires sont nécessaires afin de mieux étudier ce point. La désalcoolisation en blanc et rosé sur vin fini n'a pas mis en évidence de différence par rapport au Témoin. Sur vin rouge, la diminution du degré alcoolique renforce le caractère astringent et entraîne une différence significative pour le dégustateur. Ce point sera à prendre en compte sur le travail à réaliser pendant l'élevage du vin.

Le principal intérêt de cette technologie est la possibilité de désalcooliser des vins en cours de fermentation alcoolique avec des débits de traitement important (30 à 100 hl/h) sans préparation particulière contrairement aux techniques membranaires qui nécessitent une filtration préalable sur un filtre tangentiel.

Des études préliminaires (non présenté ici) montrent qu'il est possible de faire de la désalcoolisation partielle avec cette technologie jusqu'à un abaissement au titre final de 6% Vol.

L'analyse des condensats montre un potentiel aromatique important permettant une valorisation sous forme d'« eau de vie de vin » moyennant le respect de la définition des « eau de vie de vin ». Cette valorisation est

intéressante et participe à la rentabilité économique de la désalcoolisation.

Diverses optimisations de l'équipement de désalcoolisation sont nécessaires afin d'augmenter la concentration en alcool des condensats de désalcoolisation pour limiter les pertes de volume lié à l'élimination de l'alcool. Cela passe notamment par une optimisation du vide et du condenseur. Des travaux sont en cours pour limiter la température de chauffe avant le passage dans l'enceinte sous vide, ce qui présente le double avantage de limiter les pertes aromatiques et énergétiques. Moyennant ces quelques optimisations, la technologie est mature pour un déploiement dans les caves à grande échelle.

## 5. Références

1. H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.) IPCC: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. In Press (2022)
2. N. Ollat, J.M. Touzard, Impacts and adaptation to climate change: new challenges for the French wine industry, *J. Int. Sci. Vigne Vin*, N° Special Laccave, 75-78 (2014)
3. G.V. Jones, Climate change and wine: Observations, impacts and future implications. *Wine Industry Journal*, 21, 4, 21-36 (2006)
4. J.P. Goutouly, Impacts du changement climatique sur la vigne et le raisin, *Rev. Fr. Œnologie*, 235, 23-26 (2009)
5. G. Barbeau, Influence du fonctionnement de la vigne sur la qualité du vin. VI Forum mondial del vino, Logrono, Espagne (2008).
6. P. Cottureau, D. Solanet, P. Vuchot, E. Ferment, P. Noilet, Réduction de la teneur en sucre des moûts, 20ème Congrès international de la vigne et du vin, Logrono, Espagne (2006)
7. G.V. Jones et al. Climate change and global wine quality. *Climatic Change*, 73(3), 319-343. (2005)
8. R. Mira de Orduña. Climate change associated effects on grape and wine quality and production. *Food Research International*, 43(7), 1844-1855. (2010)
9. C. Vaan Leeuwen, P. Darriet. The impact of climate change on viticulture and wine quality. *Journal of Wine Economics*, 11(1), 150-167.
10. U. Fischer et al. Impact of dealcoholization on sensory properties and volatile composition of wine. *Food Chemistry*, 139(1-4), 230-239. (2013)
11. G.J. Pickering. Low- and reduced-alcohol wine: a review. *Journal of Wine Research*, 11(2), 129-144. (2000)
12. A. Saha et al. Influence of dealcoholization techniques on wine quality: A critical review. *Food Research International*, 152, 110913 (2022)
13. P.A. Smith, R. Marchal. The chemistry and biological effects of the dealcoholization of wine. *Wine Chemistry and Biochemistry*, 231-252. (2013)
14. M. Moutounet. Prétraitement des raisins par flashage sous vide. Influence sur la qualité du vin | Prétraitement des raisins par flash-détente sous vide. Incidence sur la qualité des vins. *Bull. OIV*, 73 (827-828), 5-19 (2000)
15. J.L. Favarel, Procédé de fabrication d'un produit alimentaire liquide à degré d'alcool réduit. INPI, FR2301990 (2023)
16. Organisation internationale de la vigne et du vin, Code international des pratiques œnologiques (2022)
17. Parlement Européen. Concernant la définition, la désignation, la présentation et l'étiquetage des boissons spiritueuses, l'utilisation des noms de boissons spiritueuses dans la présentation et l'étiquetage d'autres denrées alimentaires, la protection des indications géographiques relatives aux boissons spiritueuses, ainsi que l'utilisation de l'alcool éthylique et des distillats d'origine agricole dans les boissons alcoolisées, et abrogeant le règlement (CE) no110/2008, RCE N°2019/787 (2019)