



## Etude de nouveaux procédés de clarification des bourbes et fonds de cuve

J.M Desseigne: IFV, Pôle Rhône Méditerranée , 30230 Rodilhan [jean-michel.desseigne@vignevin.com](mailto:jean-michel.desseigne@vignevin.com)  
François Davaux, IFV, Pôle sud ouest, 81310 Lisle sur Tarn [francois.davaux@vignevin.com](mailto:francois.davaux@vignevin.com)

### Résumé

La clarification des bourbes, fonds de cuve, rétentats et chasses de centrifugation suscite un intérêt grandissant, tant de la part des vinificateurs que des équipementiers, et ce pour des raisons à la fois qualitatives, environnementales et économiques. Pour apporter une alternative aux filtres rotatifs sous vide et filtres-presses, des procédés innovants sont proposés : filtres tangentiels à membrane organique ou céramique à "capillaires" de diamètre élevé, filtres tangentiels à membrane en acier inoxydable, filtres tangentiels à disques rotatifs, décanteur et clarificateurs centrifuges. Les premières expérimentations réalisées ont démontré l'intérêt de ces nouveaux outils, avec des différences importantes en terme de capacité de clarification et de conditions de mise en œuvre. L'intérêt technico-économique du couplage "séparation centrifuge/filtration" reste à étudier.

#### Mots clés :

Bourbes, fonds de cuve, clarification, filtres tangentiels, décanteurs centrifuges

### Abstract

Clarification of grape juice sediments, tank bottoms, retentates attracts growing interest from both winemakers and equipment manufacturers for qualitative, environmental and economic reasons. Innovative equipments are proposed an alternative to rotary vacuum filter and filter press: cross-flow filters with organic or ceramic membrane with high capillary diameters, cross-flow filters with stainless-steel membrane, cross-flow filters with rotary disks, decanter centrifuges and centrifugal separators. First experiments have shown the interest of these new tools, but with significant differences in terms of clarification capacity and processing conditions.

#### Keywords :

Grapejuice sediments, tank bottoms, clarification, cross-flow filters, decanter centrifuges

### Introduction

La clarification de liquides contenant des teneurs élevées en matières en suspension, comme les bourbes, les fonds de cuve, les rétentats de filtres tangentiels, les "chasses" de centrifugation, nécessite des équipements spécifiques. Ce sont en effet des produits difficiles à clarifier en raison de leur "charge" en particules, de teneurs souvent élevées en colloïdes et de la présence éventuelle de produits colmatants ou abrasifs (colles, bentonite, cristaux de tartre...).

Traditionnellement, cette clarification est réalisée par l'intermédiaire de filtres rotatifs sous vide ou de filtres-presses. Ces équipements, aux performances reconnues pour ces applications, présentent cependant un certain nombre d'inconvénients :

Une utilisation d'importantes quantités de terre de filtration (perlite ou Kieselguhr), avec des ratios de consommation de l'ordre de 1 à 3 kg par hl filtré. La manipulation des terres de filtration nécessite des systèmes ou équipements spécifiques pour protéger les opérateurs.

Une production importante de résidus de filtration, se présentant sous forme de Terre de Filtration Usagées

Une conduite nécessitant du personnel qualifié, notamment pour ce qui concerne les filtres rotatifs

Une assez faible polyvalence

Des innovations techniques ont été récemment proposées par des équipementiers pour la clarification des suspensions très "chargées", l'objectif étant d'apporter une alternative aux filtres rotatifs et filtres-presses, pour des raisons à la fois environnementales et qualitatives: filtres tangentiels à membranes organiques ou céramiques à capillaires (ou tubes) de diamètres élevés, filtres tangentiels à membranes en acier inoxydable, filtres tangentiels à disques rotatifs, décanteurs centrifuges et clarificateurs centrifuges à assiettes.

L'objectif des expérimentations réalisées de 2011 à 2013, en Languedoc-Roussillon et Midi-Pyrénées, est d'étudier les performances techniques et environnementales de ces nouveaux procédés.

## Matériel et méthodes

Les expérimentations sont réalisées comparativement aux filtres à « précouche » (filtres rotatifs sous vide, filtres-presses), dont les performances technologiques et environnementales sont connues pour ces applications. Elles sont complétées par des suivis sur site sur des périodes d'une à deux semaines d'utilisation.

## Equipements expérimentés

### Filtre tangentiel mode bourbes

Développé par la société Vaslin Bucher en 2008, ce filtre est une adaptation d'un filtre tangentiel à membrane organique à fibres creuses pour la filtration des bourbes. L'équipement comprend:

Un pré-filtre à tambour rotatif

Des membranes spécifiques, constituées par des capillaires de 3 mm de diamètre, contre 1.5 mm pour le vin. L'augmentation du diamètre évite le bouchage des capillaires, mais diminue de moitié la surface filtrante

Un tubing supérieur, constitués de systèmes anti-dépôts motorisés.

Le même filtre peut être utilisé pour la filtration des bourbes et des vins, avec ou non changement de membrane. La gamme comprend des filtres de 12 à 60 m<sup>2</sup>, pour des débits moyens cibles de 4 à 20 hl/h (80 à 400 hl par 24 h). Les expérimentations ont été réalisées sur des filtres de 36 et 60m<sup>2</sup>.



*Photo 1 : Pré-filtre à tambour rotatif et filtre tangential de 60m<sup>2</sup>. J. M. Desseigne*

### **Filtre tangential à disques rotatifs**

La filtration tangentielle dynamique est un procédé de filtration issu de l'industrie, adapté très récemment à l'œnologie. La rotation des disques génère des turbulences. La combinaison de faibles pressions et de cisaillements élevés permet une réduction des dépôts sur la membrane, et autorise donc la filtration de produits contenant de fortes quantités de matières en suspension.

Ce nouvel équipement est développé par la société Padovan. Il est polyvalent, puisque le même outil peut filtrer des moûts, des bourbes, des vins et des fonds de cuve. La gamme comprend des filtres de 5 à 80 m<sup>2</sup>, pour des débits moyens cibles de 30 à 60 l/h/m<sup>2</sup>, soit de 45 à 700 hl par 24 h. Les expérimentations ont été réalisées sur un filtre de démonstration de 3,3m<sup>2</sup>.



*Photo 2 : filtre tangential à disques rotatifs. F.Davaux*

### Filtre tangentiel à membrane en acier inoxydable

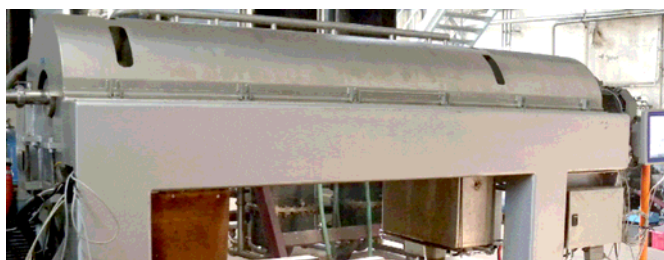
La société Bucher Vaslin a développé en 2010 un nouveau filtre tangentiel spécifique pour la filtration des fonds de cuve. L'innovation réside en l'utilisation de membranes tubulaires en acier inoxydable, avec une couche filtrante en oxyde de titane. L'intérêt de l'acier inoxydable est évidemment la résistance mécanique élevée, autorisant la filtration de produits avec des contenus solides importants. La gamme comprend des filtres de 16 à 32 m<sup>2</sup>, pour des débits moyens cibles de 3 à 10 hl/h (30 à 200 hl par 24h). Les expérimentations ont été réalisées sur des filtres de 16 et 21 m<sup>2</sup>



*Photo 3 : filtre tangentiel à membrane en acier inoxydable. F. Davaux*

### Décanteur centrifuge

L'adaptation de ce procédé au domaine vitivinicole a connu depuis 2009 des améliorations technologiques grâce notamment à un partenariat INRA-Alfa Laval. L'intérêt technologique d'un décanteur réside dans un traitement en continu et en ligne, autorisant des débits élevés, sur des produits "chargés" en particules en suspension. Outre le pressurage, les applications concernent la clarification des moûts issus du chauffage de la vendange, des bourbes et des fonds de cuve. Il ne permet pas la clarification des vins. La gamme comprend des équipements de 10 à 250 hl/h. Les expérimentations ont été réalisées sur des équipements de 10 à 30hl/h.



*Photo 4 : décanteur centrifuge. J. M. Desseigne*



## Matières premières mises en œuvre et caractérisation des produits

Les expérimentations sont réalisées sur des bourbes et des fonds de cuve obtenus en conditions réelles, dans 5 sites de production. Les bourbes sont issues de décantation statique et traitées quelques heures après leur séparation. Elles sont caractérisées par des teneurs en matières en suspension en moyenne de 9 % en poids (valeurs extrêmes 6.5 à 10.8%). Les fonds de cuve sont issus de décantation statique (soutirage) et traités plusieurs semaines après leur séparation. Les matières en suspension sont généralement beaucoup plus élevées que dans le cas des bourbes (moyenne des valeurs de 30%), avec de très fortes variabilités (valeurs extrêmes de 3 à plus de 60%).

Les moûts et les vins sont caractérisés par les critères analytiques usuels en œnologie. Les performances en terme de clarification des outils sont définies sur les critères turbidité (NTU / Nephelometric Turbidity Unit), Matières en Suspension Humides en volume ou en poids (MES %vol ou MES% poids) par centrifugation. Pour les moûts, les vinifications sont réalisées en cave expérimentale selon les modes opératoires standardisés. Les vins sont embouteillés et soumis à analyse sensorielle en verres noirs. Les données sont traitées par analyse de variance et F-test. Les résidus issus des équipements de clarification sont caractérisés sur des critères agro-environnementaux selon la norme NF-U-44-051.

	Filtre tangentiel mode bourbes	Filtre tangentiel à disques rotatifs	Filtre tangentiel à membrane en acier inoxydable	Décanteur centrifuge
<b>Bourbes</b>	X	X		X
<b>Fonds de cuve</b>		X	X	X

*Tableau 1 : Essais réalisés. IFV. 2011-2013*

## Résultats

### Aspects technologiques

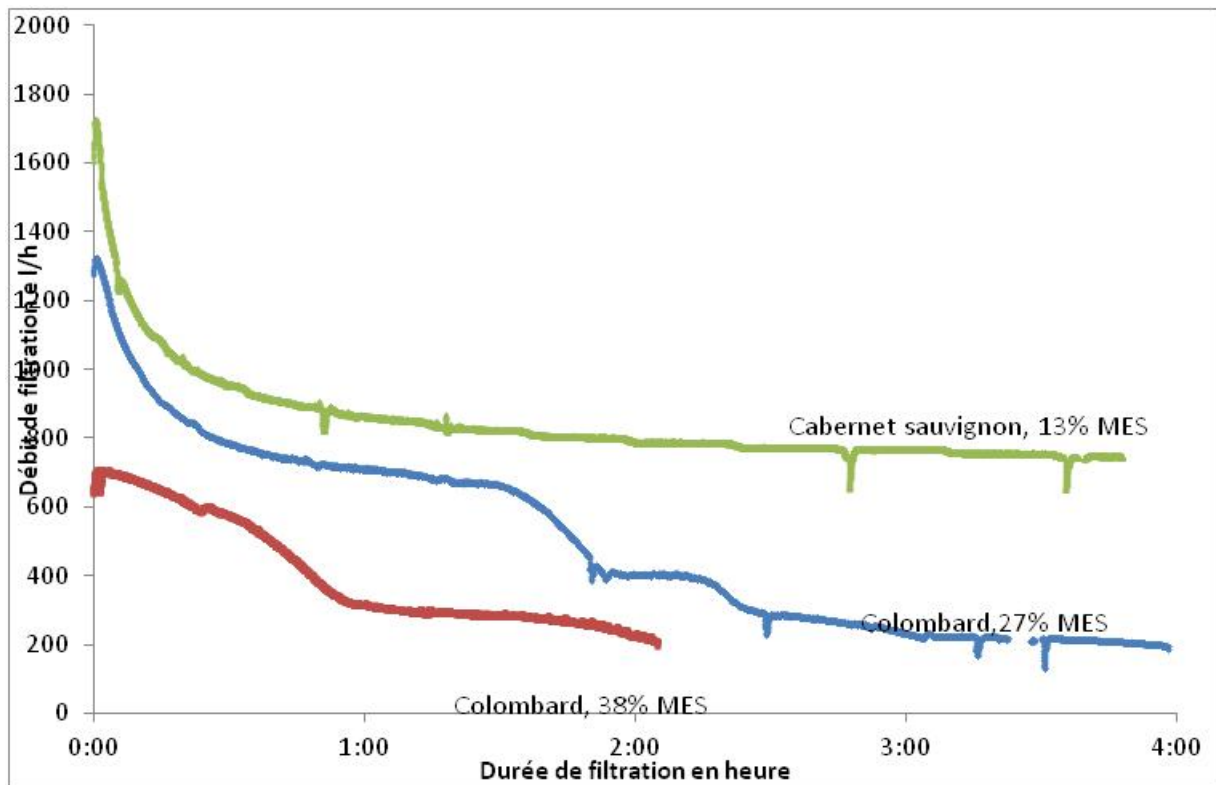
#### a) débits de clarification.

Les débits de clarification dépendent étroitement des caractéristiques des produits, et notamment de la nature et quantité du trouble. Sur bourbes et surtout sur fonds de cuve, la sédimentation des particules en suspension lors de leur stockage génère une forte hétérogénéité entre le haut et le bas des cuves. Une homogénéisation avant clarification est souhaitable, voire obligatoire, pour un bon fonctionnement des appareils.

Les débits des filtres tangentiels exprimés en  $l \cdot h^{-1} \cdot m^{-2}$  sont évidemment beaucoup plus faibles que ceux des filtres rotatifs sous vide, d'un facteur de 2 à 4. Les valeurs moyennes obtenues sont de l'ordre de  $40 l \cdot h^{-1} \cdot m^{-2}$  sur bourbes et  $20 l \cdot h^{-1} \cdot m^{-2}$  sur fonds de cuve. Le mode d'utilisation des filtres tangentiels est cependant très différent, avec une automatisation complète, autorisant des cycles de filtration de durée importantes (20 heures et plus), sans surveillance. Pour un dimensionnement, le critère le plus pertinent est le débit journalier ( $4$  à  $9 l \cdot j^{-1} \cdot m^{-2}$ ). A titre d'illustration, 300 hl de bourbes ont été filtrés sur 18h00 de fonctionnement sur un filtre de  $36 m^2$ .

Un des avantages des décanteurs centrifuges est d'autoriser des débits de clarification très élevés (débits fonction des modèles), avec un fonctionnement continu, en ligne. Les plages de débits annoncées ont été confirmées lors des expérimentations réalisées. En cours de

fonctionnement, après la phase de démarrage, les débits restent stables si les produits à traiter sont homogènes. Dans le cas inverse, les débits sont à ajuster en fonction du couple et des performances en termes de séparation.



*Graphique 1 : Incidence des caractéristiques des produits sur les débits de clarification. Exemple de la filtration tangentielle de fonds de cuve. F. Davaux*

Bourbes de Terret (MES: 9.5%)	Filtre Rotatif sous Vide	Filtre tangential membrane organique	Décanteur centrifuge
Surface de filtration	15 m <sup>2</sup>	60 m <sup>2</sup>	SO
Volume traité	330 hl	50 hl	60 hl
Durée de traitement	12 h	1h40	2h30
Débit de traitement	30 hl .h <sup>-1</sup>	30 hl .h <sup>-1</sup>	24 hl .h <sup>-1</sup>
Débit par m <sup>2</sup> de surface filtrante	200 l.h <sup>-1</sup> .m <sup>-2</sup>	50 l.h <sup>-1</sup> .m <sup>-2</sup>	so
Turbidité moyenne des moûts en sortie	12 NTU	2 NTU	1890 NTU
MES % poids	nm	nm	1.95 %
Pourcentage d'élimination des MES	> 99%	> 99%	80%
% de volume récupéré	92%	(80%)	95%
Rétentat/ pâte/ TFU	1006 kg	300 l	41 kg
Rétentat/ pâte/ TFU	3.25 kg.hl <sup>-1</sup>	6 l. hl <sup>-1</sup>	0.7 kg.hl <sup>-1</sup>
Humidité pâte et TFU	46%	76.9%	50.6%
Quantité de Kieselguhr utilisée	1.51 kg.hl <sup>-1</sup>	0	0

*Tableau 2 : résultats comparatifs sur bourbes. Cépage Terret.*

Produit	Fond de cuve . Sauvignon MES:50%	Fond de cuve Sauvignon MES: 18%	Fond de cuve Thermo MES: 50%
Matériel	Filtre tangentiel à disques rotatifs	Filtre tangentiel Inox	Décanteur centrifuge
Surface de filtration	3.3 m <sup>2</sup>	16.2 m <sup>2</sup>	so
Volume traité	1.27 hl	135 hl	95 hl
Durée de traitement	2h15	27h40	7h50
Débit de traitement	0.57 hl.h <sup>-1</sup>	3,8 hl.h <sup>-1</sup>	12 hl.h <sup>-1</sup>
Débit par m <sup>2</sup> de surface filtrante	17L.h.m <sup>2</sup>	24L.h.m <sup>2</sup>	SO
Turbidité moyenne des moûts en sortie	1 NTU	0,9 NTU	nm MES:1.8%
Pourcentage d'élimination des MES	>99%	>99%	96%
% de volume récupéré	nm	82%	86%
Rétentat/ pâte/ TFU	nm	2500 L	3200 kg-
Rétentat/ pâte/ TFU	nm	18 L.h <sup>-1</sup>	28kg/hl
Humidité pâte et TFU	nm	82.2%	67%
Consommation eau	34L.h <sup>-1</sup>	31L.h <sup>-1</sup>	24L.h <sup>-1</sup> -

*Tableau 3 : quelques résultats, non comparatifs, de suivis sur site.*

### **b) Qualité de clarification.**

Les filtres tangentiels, comme attendus, permettent d'obtenir des moûts ou des vins limpides (quelques NTU), à partir de bourbes ou fonds de cuve contenant d'importantes quantités de matières en suspension. Les capacités de clarification sont supérieures à celles des filtres rotatifs et filtres-presses.

Les niveaux de clarification obtenus sur bourbes imposent de réajuster les turbidités ou d'assembler les bourbes clarifiées au moût débourbé statiquement, afin d'éviter des arrêts fermentaires ou des fermentations languissantes. Sur fonds de cuve, l'efficacité de la filtration est également soulignée par l'obtention de faibles indices de colmatage (IC<20) après filtration.

Les décanteurs permettent de réduire très fortement les teneurs en matières en suspension, avec des pourcentages d'élimination de 70 à plus de 98%. Après clarification de bourbes, les teneurs sont de l'ordre de 1 à 2%. Quelques minutes après traitement, deux phases apparaissent : une phase clarifiée en partie basse et une "mousse" en surface, la matière en suspension résiduelles remontant à la surface, comme dans le cas de la flottation. Ces deux phases peuvent éventuellement être séparées par soutirage. Sur fonds de cuve, les teneurs en trouble après clarification varient de 1,2 à 6% (valeur médiane de 2.1%). Un traitement complémentaire est nécessaire pour obtenir la limpidité.

### **c) Taux de récupération**

Le taux de récupération, défini comme étant le rapport entre la quantité de liquide clarifié par rapport au volume initial, est souvent difficile à quantifier précisément. Il dépend également évidemment des pourcentages de particules à éliminer.

Pour les technologies tangentielles, les taux de récupération sont étroitement liés aux réglages des filtres et aux volumes filtrés, en raison des volumes morts. Lors des expérimentations, ils varient de 80 à 92%. Les résidus sont sous forme liquide, avec un taux d'humidité proche de 80%. Ils sont caractérisés par un taux élevé de matières organiques (80 à 90%). Ils sont valorisables en distillerie.

La décantation centrifuge est la technologie la plus performante sur ce critère. Des taux de 95% ont été mesurés lors des expérimentations. Les résidus sont sous forme plus ou moins "pâteuse" selon les réglages, avec des taux d'humidité de 60 à 70%. Ils sont également valorisables en distillerie.

Les résidus des filtres rotatifs et filtres presses ont des taux d'humidité voisins de 50%. Ils sont caractérisés par un pourcentage élevé de matières minérales ( $\frac{3}{4}$  de matières minérales et  $\frac{1}{4}$  de matière organique, en poids sec). Ils constituent des déchets qui peuvent être co-compostés avec des déchets verts ou épandus.

#### **d) Consommation en eau**

Quelle que soit la technologie utilisée, la clarification des bourbes et fonds de cuve nécessite des consommations en eau importantes, en raison des phénomènes de colmatage. Les ratios dépendent des volumes des lots traités et de la fréquence des nettoyages.

L'équipement le moins consommateur d'eau est le décanteur centrifuge, avec des ratios variant de 4 à 34 l/hl clarifié, en conditions normales d'utilisation. La filtration tangentielle des bourbes et fonds de cuve nécessite des consommations d'eau plus importantes que dans la filtration tangentielle des vins, avec des ratios moyens de l'ordre de 12 l/hl filtré sur bourbes et 40l/hl sur fonds de cuve. Des colmatages prématurés peuvent nécessiter la mise en œuvre de rinçages intermédiaires et augmenter ces consommations.

#### **Aspects qualitatifs**

Sur bourbes, deux dégustations comparatives ont été réalisées

Comparaison lots filtre rotatif sous vide/ filtre tangentiel/ décanteur centrifuge issus de bourbes de Terret.

Comparaison lots filtre rotatif sous vide / filtre tangentiel issus de bourbes de sauvignon.

Dans la première, le panel n'a pas réussi à différencier significativement les modalités "filtre rotatif" et "filtre tangentiel". Le vin issu de la modalité "décanteur centrifuge" se différencie des deux autres vins, avec une intensité aromatique plus faible. Les niveaux de turbidité et le taux de MES obtenu en sortie de décanteur sont trop élevés pour une vinification séparée de ces moûts. Ceux-ci doivent subir une clarification secondaire (soutirage, centrifugation ou filtration) ou être assemblés au moût après débouillage statique.

Dans la deuxième dégustation, le vin issu de bourbes clarifiées par filtre tangentiel a été noté aromatiquement plus intense que celui de la modalité filtre rotatif.

Sur fonds de cuve, les premières dégustations réalisées n'ont pas permis de différencier clairement les modalités "filtres tangentiels" des modalités "filtres à terre" sur des matières premières de faible qualité. Des expérimentations complémentaires sur des produits de qualité seraient nécessaires. Contrairement à la filtration sur terre, les dissolutions d'oxygène lors de la filtration tangentielle sont faibles, de l'ordre de 0.1 à 0.3 mg/L. Les modalités "décanteurs centrifuges" n'ont pas été dégustées "en l'état" en raison de la présence de matières en suspension. Dans les conditions de mise en œuvre des expérimentations, des augmentations en oxygène dissous ont été mesurées lors de la clarification par décanteur centrifuge. L'impact, positif ou négatif, des enrichissements en oxygène sur ce type de produit serait à étudier.



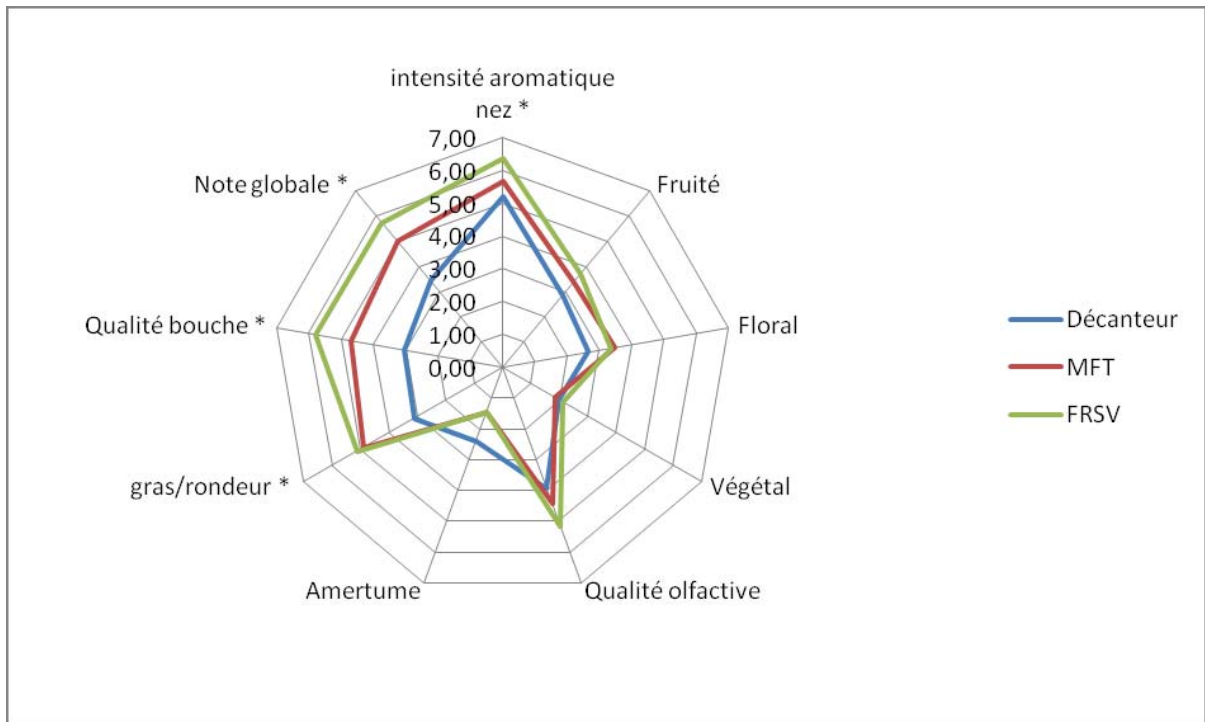


Schéma 1 : Essais comparatifs. Bourbes de Terret

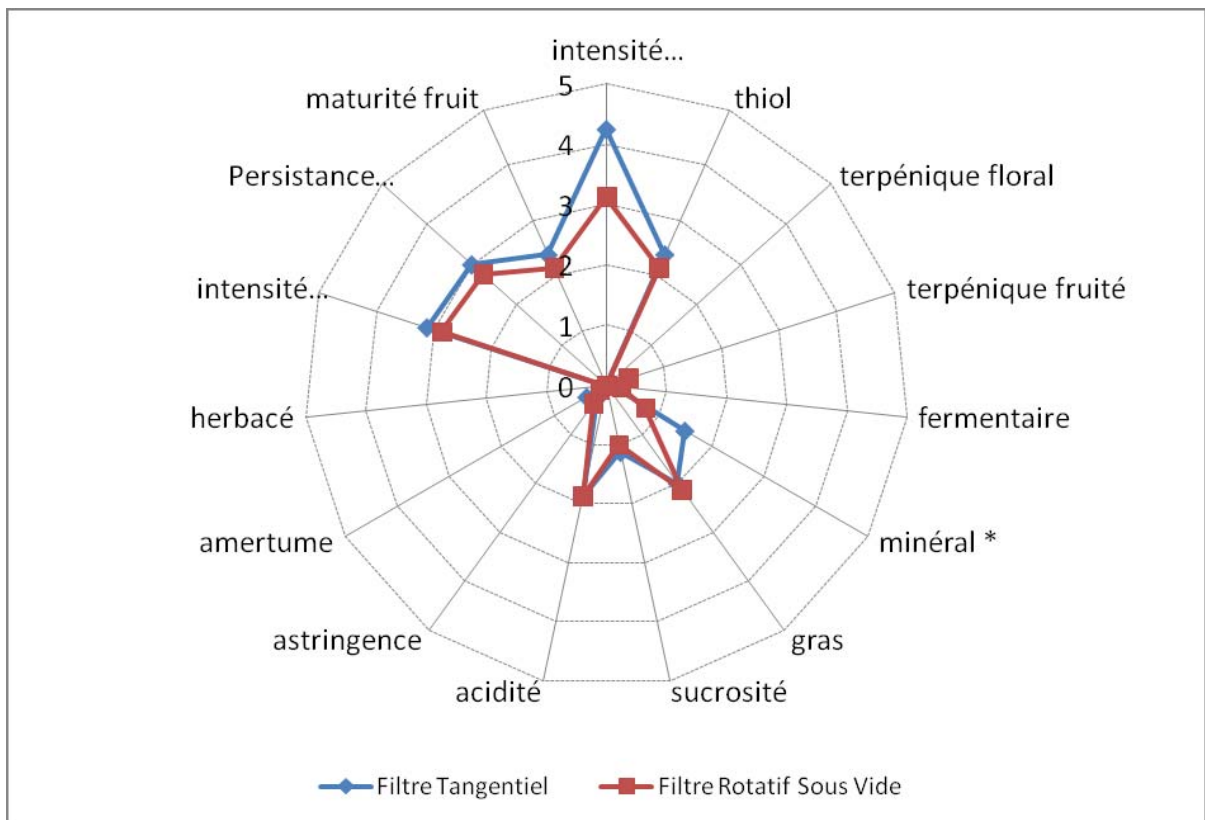


Schéma 2 : Essais comparatifs. Bourbes de sauvignon

## Conclusions

La clarification de liquides contenant des teneurs élevées en particules en suspension suscite un intérêt grandissant, tant de la part des vinificateurs que des équipementiers, et ce pour des raisons à la fois qualitatives, environnementales et économiques. L'intérêt qualitatif de la réincorporation de bourbes clarifiées est reconnu dans la pratique et a été démontré par de nombreuses études expérimentales. La qualité des vins obtenus après clarification des fonds de cuve, retentats ou chasses de centrifugation reste peu étudiée. Etant donné les risques de déviations microbiologiques ou organoleptiques, cette clarification doit à minima être réalisée le plus tôt possible après la première opération de séparation.

Cette clarification ne pouvait, jusqu'à ces dernières années, être obtenue que par l'utilisation de filtres rotatifs sous vide et filtres-presses. Ces équipements, très performants sur des suspensions chargées, présentent comme inconvénients principaux l'utilisation d'importantes quantités de terre de filtration et la production de déchets, appelés "Terres de Filtration Usagées", actuellement peu valorisables économiquement.

Les nouveaux procédés de clarification étudiés, basés sur la filtration tangentielle ou la séparation centrifuge, sont proposés comme alternatives. Les expérimentations réalisées ont démontré l'intérêt de ces techniques, avec cependant des différences importantes en terme de capacité de clarification et de conditions de mise en œuvre.

Trois filtres tangentiels, de conceptions très différentes, ont été expérimentés. Certains sont polyvalents, car utilisables sur bourbes, fonds de cuve et vins. D'autres, à l'opposé, ont été conçu spécifiquement pour les applications sur suspensions chargées. Ces équipements permettent d'obtenir des produits limpides ( quelques NTU) et sont fonctionnels même sur des produits contenant de très fortes quantités de particules en suspension ( plus de 50%). Les bourbes clarifiées doivent être réajustées en turbidité ou assemblées au mout débourbé statiquement pour éviter les arrêts fermentaires. Comparativement à la filtration frontale, les indices de filtrabilité des vins obtenus après clarification sont très nettement en faveur de la filtration tangentielle. Malgré les innovations techniques, les débits horaires par unité de surface restent relativement faibles, mais une utilisation automatisée sur 20 heures autorise la clarification de volumes journaliers importants. D'un point de vue environnemental, les filtres tangentiels limitent la production de déchets lors de l'opération de clarification, les résidus étant sous forme liquide valorisable. A contrario, ils augmentent le ratio de consommation en eau par hl, mais sur des volumes limités (10% pour les bourbes, 3 à 6% pour les fonds de cuve).

Les décanteurs centrifuges permettent de clarifier les bourbes et les fonds de cuve à des débits horaires élevés et en continu. Les suspensions chargées peuvent donc être traitées rapidement après leur production, ce qui limite les risques de déviations microbiologiques ou organoleptiques. Sur bourbes, en vinification en blanc, les niveaux de clarification obtenus lors des expérimentations rendent nécessaires un traitement complémentaire ou un assemblage avant fermentations au moût débourbé. Sur fond de cuve, la clarification par décanteur centrifuge ne doit être considérée que comme un prétraitement. Comparativement à la filtration sur terre, il n'y a plus de production de déchets, mais d'un résidu riche en matière organique, valorisable.

D'un point de vue économique, ces nouveaux procédés nécessitent des niveaux d'investissements élevés, de 70.000 à plus de 300.000 € ( pour plus de détail, nous renvoyons au "coût des fournitures en viticulture et Oenologie" et au site <http://www.matevi-france.com/> ). Les coûts de production et retours sur investissement dépendent de nombreux facteurs (volumes traités, polyvalence, valorisation des produits, durée de vie des composants), et ne peuvent être étudiés qu'au cas par cas.

## Bibliographie

Desseigne J.M., 2009. Microfiltration tangentielle. Mise en œuvre en œnologie. Cahiers itinéraires IFV. 22-29.

Masson G., Flanzy C. 2009. Clarification du moût et valorisation des bourbes. Le vin Rosé. Edition Féret, 171-175.

Paetzold M. 1993 .Filtration sur précouche. Cas particulier du filtre presse. Journal international des sciences de la vigne et du vin. La clarification des moûts et des vins. N°HS : 55-58.

Paetzold M. 1993 . Filtration sur précouche. Cas particulier du filtre rotatif sous vide. Journal international des sciences de la vigne et du vin. La clarification des moûts et des vins. N°HS, 61-62.

Ribéreau-Gayon P. et al.1998. Utilisation d'un filtre presse et d'un filtre rotatif sous vide. Traité d'œnologie. Tome1 : 404-406.

Ribéreau-Gayon P. et al.1998. Les procédés de clarification des dépôts bourbeux. Traité d'œnologie, tome 1, 533-534.

Samson A. 2011. Le décanteur centrifuge Alfa-Laval. Revue des œnologues, **138**, 8-20.

Schonenberger P. and al.2012. Filtration of grape juice sediments : a new application for cross-flow filter . Wine&viticulture journal, 28-33.

**Copyright MatéVi. Toute reproduction totale ou partielle des contenus est strictement interdite. Pour pouvoir les diffuser, contactez-nous.**