Applications en œnologie et aspects qualitatifs

1. Clarification et stabilisation microbiologique des moûts

Clarification et stabilisation des moûts blancs et rosés

Une application parfois envisagée de la microfiltration tangentielle est la clarification des moûts blancs et rosés avant fermentation, réalisée actuellement par décantation statique à froid, centrifugation ou flottation. Cette clarification est nécessaire pour l'obtention de vins aromatiques. La clarification directe par microfiltration tangentielle est utilisée dans certaines industries des jus de fruits : jus de pomme, jus d'orange… Le procédé nécessite généralement au préalable une hydrolyse enzymatique et un chauffage à 50°C afin de diminuer la viscosité et d'obtenir des densités de flux élevés (100 l/h.m^2). Dans le secteur vinicole, de tels procédés de clarification restent exceptionnels, à la fois pour des raisons techniques et économiques.

La microfiltration tangentielle est parfois utilisée après débourbage statique ou centrifugation, en traitement complémentaire. La filtration permet alors d'obtenir une stabilité microbiologique des moûts, avec l'élimination totale des levures. Les objectifs sont, soit de permettre un ensemencement plus sélectif en éliminant les levures indigènes, soit de différer les fermentations.
Les turbidités obtenues après filtration sont inférieures à 10 NTU, ce qui nécessite leur réajustement pour éviter les arrêts fermentaires. Les débits de filtration sont généralement de l'ordre de 20 à 30 l/h.m^2.

Clarification des bourbes et des moûts issus de chaînes de chauffage de la vendange

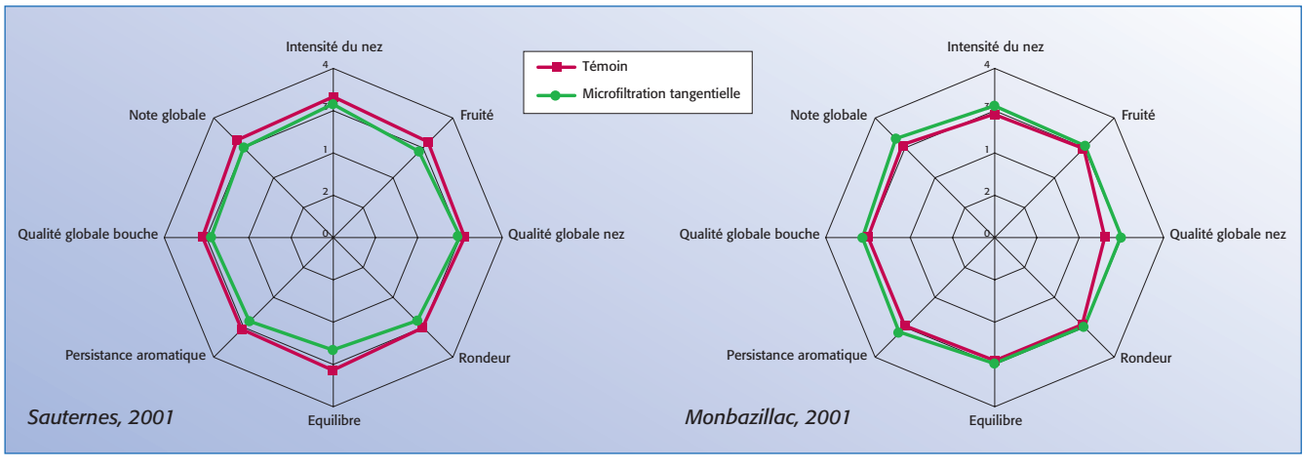
La clarification des bourbes de moûts blancs et celles des moûts rouges issus des chaînes de traitement thermique de la vendange font l'objet de nombreuses recherches. Ces produits sont difficilement clarifiables : forte viscosité, quantités importantes de particules en suspension et présence d'éléments très colmatants. L'objectif est d'apporter une alternative aux filtres rotatifs sous vide, matériels très performants mais qui nécessitent l'utilisation d'importantes quantités de terres de filtration.
Les filtres tangentiels peuvent permettre dans certaines conditions de clarifier les bourbes, avec des débits voisins de 30 l/h.m^2. Un colmatage rapide des membranes est souvent constaté. Ils sont donc réservés actuellement à la clarification de faibles volumes.
Les débits obtenus sur des moûts issus de chaînes de chauffage de la vendange sont encore trop faibles pour autoriser des développements industriels.

J-M. Desseigne, IFV

Filtre à membrane céramique avec boucle de circulation interne

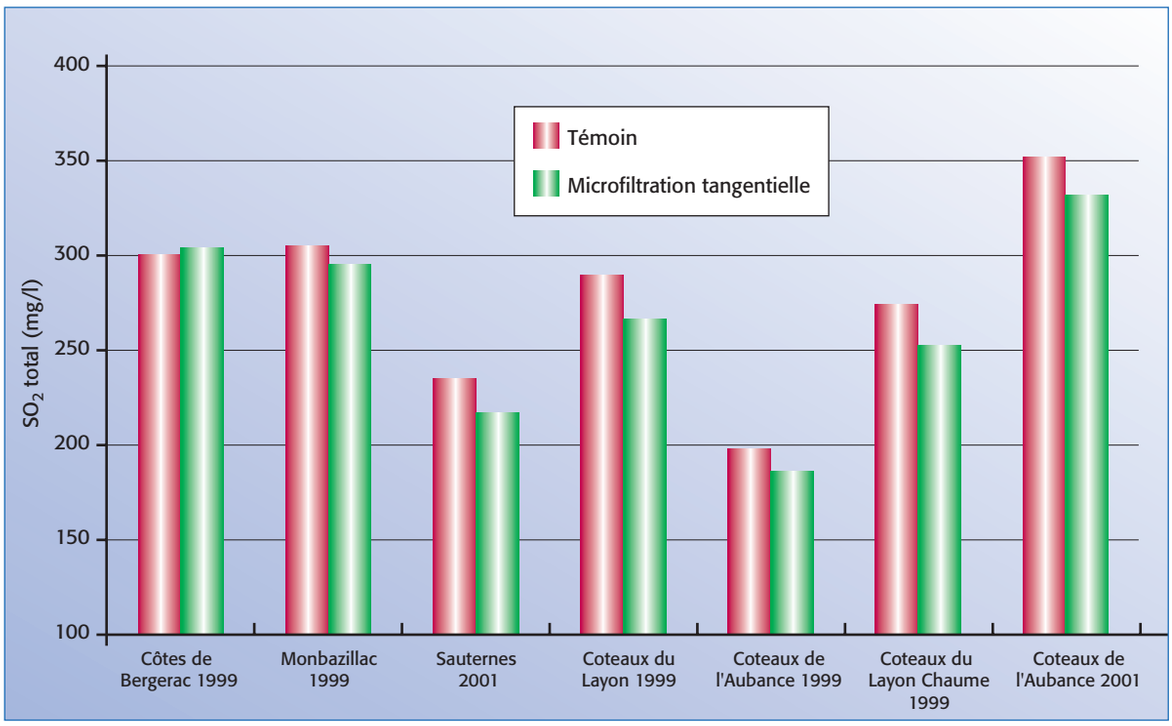
2. Mutage des vins moelleux et liquoreux

La microfiltration tangentielle connaît un développement récent pour le mutage des vins moelleux ou liquoreux. Des expérimentations effectuées par l'IFV ont en effet démontré que la filtration tangentielle permet de réduire significativement les doses de SO_2 nécessaires à la stabilisation de ce type de produit, sans engendrer de modifications des caractéristiques organoleptiques (**graphique 4**).



Graphique 4 *Intérêts de la microfiltration tangentielle sur le profil organoleptique de vins après deux ans de conservation en bouteilles, IFV Blanquefort, 2001*

La microfiltration tangentielle permet d'éliminer la totalité de la flore levurienne. Cette stabilité microbiologique (obtenue plus tardivement avec un mutage traditionnel) peut être conservée dans le temps, si des mesures d'hygiène sont respectées au cours de l'élevage. Pour une même teneur en SO_2 libre recherchée, l'élimination de la totalité de la biomasse entraîne une moindre combinaison du SO_2 par les vins. Les vins microfiltrés nécessitent moins de réajustements en cours d'élevage (**graphique 5**). Par rapport au mutage traditionnel, l'économie de SO_2 total en fin d'élevage peut être de 6 à 30 %.



Graphique 5 *Réduction du SO_2 autorisée par l'utilisation de la microfiltration tangentielle au mutage, réseau IFV, 2001*

3. Stabilisation microbiologique des vins et filtration précoce

La microfiltration tangentielle est un procédé physique de stabilisation microbiologique des vins, qui peut permettre de réduire l'emploi d'additifs chimiques, comme le SO_2.
Elle peut être ainsi utilisée :
- En filtration précoce des vins, après fermentation alcoolique ou fermentation malolactique, afin de maîtriser les contaminants microbiologiques. Ce positionnement précoce de la microfiltration tangentielle est surtout utilisé pour les vins blancs et rosés. Pour les vins rouges, elle reste moins développée, sauf en cas de risques élevés de contaminations par des micro-organismes d'altération, comme les levures de type *Brettanomyces*,
- Comme méthode curative en cas de développement de contaminants micro-biologiques : *Brettanomyces*, bactéries lactiques ou acétiques (**tableau 7**). Elle constitue alors une alternative à la flash-pasteurisation, au sulfitage massif ou à l'ajout de DMDC,
- En préparation des vins à l'embouteillage, la stabilisation microbiologique étant obtenue conjointement avec l'obtention de la limpidité.

Microorganismes (UFC/ml)	Vin brut	Filtre tangentiel	Filtre à plateaux
Brettanomyces	1,1 10^3	< 1	10^3

Tableau 7 *Performances de la microfiltration tangentielle en traitement curatif après contamination en Brettanomyces, réseau IFV, 2003-2005*

La microfiltration tangentielle peut permettre d'obtenir des vins pauvres en germes (< 1/100 ml) et ce, quels que soient les niveaux des populations initiales des micro-organismes (**tableau 8**).

Microorganismes (UFC)	Vin brut	Sortie filtre		Cuve vin filtré
		Début filtration	Fin filtration	
Levures	20/ml	< 1/100 ml	< 1/100 ml	4/100 ml
Bactéries	5.10^3/ml	< 1/100 ml	< 1/100 ml	2.10^2/100 ml

Tableau 8 *Dénombrement des levures et bactéries à la sortie d'un filtre à membrane organique avec des diamètres moyens de pores de 0,2 µm, réseau IFV, 2003-2005*

Dans tous les essais réalisés par l'IFV, la rétention des levures (et notamment des *Brettanomyces*) est « totale ». En fonction de la conception des matériels utilisés (diamètre moyen des pores, configurations hydrauliques…), il peut rester ou non quelques bactéries en sortie de filtre : de 1 à 100 bactéries par ml (**tableau 9**).

Microorganismes (UFC)	Vin brut	Diamètre moyen des pores		
		0,2 µm	0,3 µm	0,45 µm
Levures	190/ml	< 1/100 ml	< 1/100 ml	< 1/100 ml
Bactéries	3 700/ml	< 1/100 ml	13/100 ml	170/100 ml

Tableau 9 *Incidence de la dimension des pores des membranes sur la stabilisation microbiologique des vins (d'après M. Mietton-Peuchot, ISVV UMR œnologie, Université Bordeaux 2)*

Les filtres doivent être désinfectés et l'intégrité des membranes vérifiée. Des recontaminations après filtration sont très fréquemment observées, à relier à une hygiène insuffisante des canalisations, des pompes ou des cuves.

4. Préparation des vins au conditionnement

L'application actuellement la plus développée de la microfiltration tangentielle est la clarification et la stabilisation microbiologique des vins avant conditionnement (bouteilles ou autres contenants). Elle constitue alors une alternative à la filtration par alluvionnage généralement réalisée par des filtres à plateaux ou à plaques. Ces modes de filtration sont fonctionnels, mais nécessitent plusieurs opérations successives pour obtenir la limpidité. La filtration par alluvionnage entraîne des consommations importantes de terres de filtration dont l'utilisation peut être contraignante. En effet, la nouvelle réglementation sur les déchets impose une valorisation environnementale de terres de filtration après utilisation. Cette valorisation peut prendre différentes formes : épandage, co-compostage, récupération de sous-produits… Dans tous les cas, elle engendre des surcoûts. L'autre problématique est liée aux risques induits par la manipulation des terres de filtration. En effet, celles-ci contiennent des fines particules de silice cristalline, potentiellement dangereuses. La protection du personnel doit être assurée (masques, mises en place de systèmes spécifiques sur les filtres…). La microfiltration tangentielle permet de s'affranchir de ces inconvénients.

Comparativement aux autres modes de filtration, des pertes de vins peuvent devenir négligeables : de 0,01 à 0,5 % des volumes filtrés. Pour les calculs de rentabilité d'un investissement dans un filtre tangentiel, le retour sur investissement sera donc d'autant plus rapide que les prix de vente des vins et les volumes filtrés seront élevés.

D'un point de vue environnemental, l'absence d'utilisation de terres de filtration et surtout la récupération des volumes de vins permet de réduire les déchets biodégradables. La microfiltration tangentielle constitue donc un mode de filtration écologiquement plus propre.

Une des réticences de certains œnologues ou producteurs serait les impacts négatifs de la technique sur la qualité des vins. Selon eux, la microfiltration tangentielle « amaigrirait » les vins, « reteindrait les arômes » et les vins « chaufferaient » dans le filtre. Pour vérifier l'incidence qualitative de la filtration tangentielle sur les vins, l'IFV, l'Inra, Inter Rhône et d'autres organismes ont mis en place de très nombreuses études dans différentes régions de production. Ces essais démontrent que les filtres tangentiels modernes n'engendrent aucune dépréciation qualitative des vins.

Débits de filtration

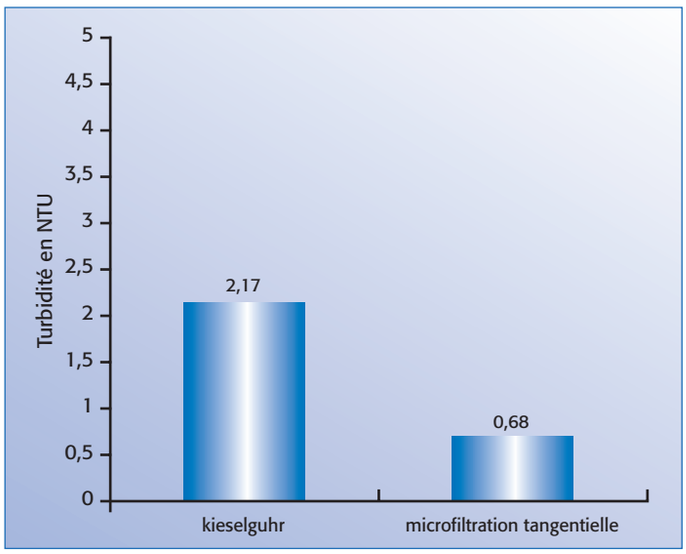
Les débits moyens observés lors des essais réalisés par l'IFV sont de l'ordre de 50 l/h.m², mais avec de très fortes variations (**tableau 10**). Cette fluctuation des performances peut s'expliquer par la plus ou moins bonne filtrabilité des vins et par l'incidence des conditions d'utilisation.

Densités de flux (l/h/m²)	Valeurs médianes	Valeurs minimales	Valeurs maximales
Vins rouges	48	24	119
Vins blancs et rosés	58	34	97

Tableau 10 *Densités de flux mesurées (moyenne de 37 essais), réseau IFV, 2003-2005*

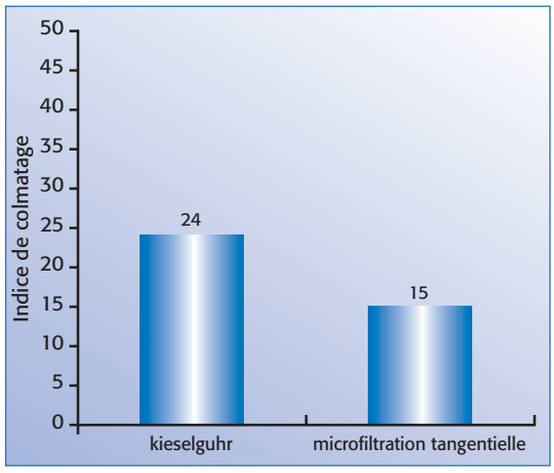
Niveaux de clarification

Après filtration tangentielle, la turbidité des vins est en général inférieure à 1 NTU, ce qui correspond à des vins brillants (**graphique 6**). Ces niveaux de clarifications sont obtenus quelle que soit la préparation des vins avant filtration.

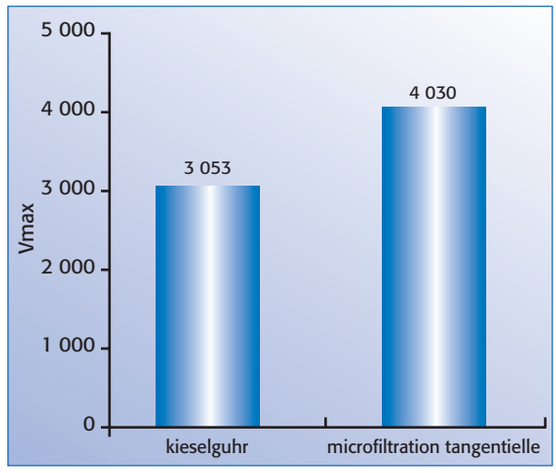


Graphique 6 *Comparaison des turbidités d'un vin issu de filtration tangentielle ou de filtration sur kieselguhr (moyenne sur 15 essais IFV)*

Les indices de filtrabilité comme l'indice de colmatage et le Vmax sont en général meilleurs après filtration tangentielle que par filtration avec alluvionnage (**graphiques 7 et 8**). La filtration finale sur membrane peut donc être réalisée dans de meilleures conditions (débits, durées et cycles), avec comme conséquence, une augmentation de la durée de vie des membranes.



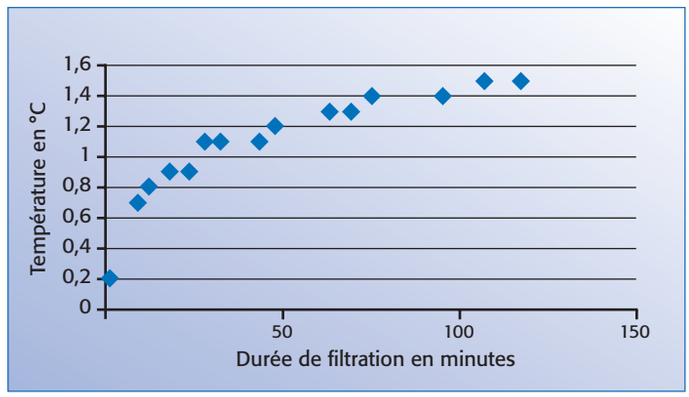
Graphique 7 *Comparaison de l'indice de colmatage d'un vin issu de filtration tangentielle et de filtration sur kieselguhr (moyenne sur 15 essais)*



Graphique 8 *Comparaison du Vmax d'un vin issu de filtration tangentielle et de filtration sur kieselguhr (moyenne sur 15 essais)*

Evolution de la température du vin filtré

La filtration engendre une augmentation minime et sans conséquences de la température des vins entre l'entrée et la sortie des filtres (**graphique 9**). Cette élévation de température, qui peut être variable selon les matériels et les conditions d'utilisation, est en moyenne de l'ordre de 1,5 à 2,5°C.



Graphique 9 *Différence de température entre l'entrée et la sortie du filtre tangentiel*

J-M. Desseigne, IFV

Aération des vins liée à l'opération de filtration

Les dissolutions d'oxygène parfois constatées lors d'opérations de filtration n'ont pas pour origine les filtres, mais les circuits en amont et en aval (**tableau 11**). Dans de bonnes conditions d'utilisation, la filtration peut être réalisée totalement à l'abri de l'oxygène.

Augmentation de l'oxygène dissous dans les vins en mg/l	Entrée filtre Sortie filtre	Cuve en amont Cuve en aval
	< 0,5	0,53

Tableau 11 *Evolution de l'oxygène dissous au cours d'une filtration, réseau IFV, 2003-2005*

Incidences sur les caractéristiques physico-chimiques des vins

Les résultats des nombreux essais réalisés par l'IFV confirment que la filtration tangentielle a peu d'incidences sur les caractéristiques analytiques des vins. Aucune différence significative n'est mise en évidence sur les critères comme le titre alcoométrique, l'acidité totale, le pH… Une légère baisse de la teneur en SO_2 libre est parfois mise en évidence, mais à relier plus à l'effet transfert (pompes), qu'aux filtres. Il en est de même pour la teneur en gaz carbonique.

La filtration tangentielle n'a pas d'impacts significatifs sur la couleur des vins rouges (**tableau 12**). Les rétentions de composés polyphénoliques sont, selon les essais, soit non mesurables par les techniques classiques d'analyses, soit de quelques pourcents. Elles sont similaires à celles observées lors d'une filtration sur kieselguhr.

	Témoin non filtré	Microfiltration tangentielle	Filtration sur kieselguhr terre rose	Filtration sur kieselguhr (terre rose) + filtration sur plaques 0,45 µm
Turbidité (NTU)	25	0,5	1,7	0,4
Absorbance 280 nm	44,4	43,0	43,9	41.2
Indice couleur	6,1	5,8	6,0	5,2
Teinte	0,9	0,9	0,9	0,9
TR (%) *		2,4	2,2	4,1
Levures (/100 ml)	$2,10^3$	< 1	60	2
Bactéries (/100 ml)	$2,10^4$	1	10^4	5

** TR : proportion de colloïdes glucidiques éliminés par filtration*

Tableau 12 ***Comparaisons des caractéristiques analytiques d'un vin AOC Corbières rouge clarifié selon divers modes de filtration (d'après : Inra Pech Rouge)***

La rétention en colloïdes totaux est, selon les essais, soit non significative, soit de quelques pourcents, et comparable à celle observée lors d'une filtration sur terre. Le peu de précision de la méthode de détermination classiquement utilisée (précipitation à l'alcool) ne permet plus de discriminer les techniques ou les appareils entre eux.

J-M. Desseigne, IFV

Influence organoleptique de la microfiltration tangentielle

Des dégustations comparatives ont été réalisées par l'IFV sur 30 essais différents*. Ces dégustations sont réalisées en verres noirs pour s'affranchir de l'impact de la limpidité des vins sur les notations des dégustateurs. Dans 24 essais, aucune différence significative n'a été observée entre les vins filtrés sur filtres tangentiels et les vins bruts ou filtrés sur kieselguhr, selon les cas. Dans 4 essais, les vins filtrés sur filtres tangentiels ont été préférés aux vins filtrés sur filtre kieselguhr. Dans un essai, le vin filtré sur terre a été significativement jugé plus aromatique que le vin filtré sur filtre tangentiel.

La filtration tangentielle n'affecte donc pas ou peu les profils sensoriels des vins. Elle n'entraîne pas, comme les premiers filtres testés en œnologie, d'amaigrissement, ni de dépréciation qualitative. Des résultats similaires ont été obtenus par Inter Rhône en Côtes-du-Rhône.

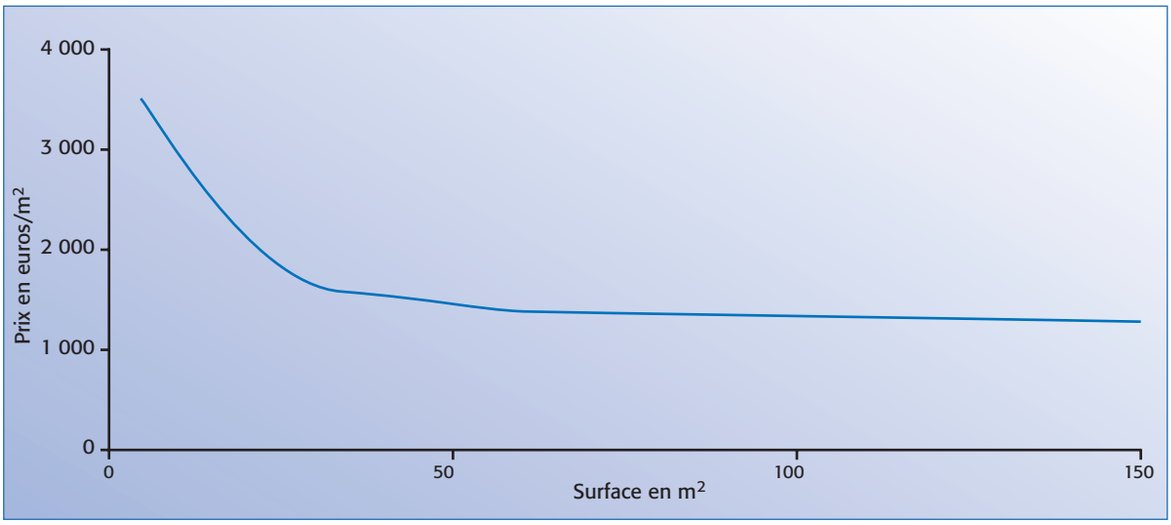
** Origine des vins : Vin de Pays d'Oc Chardonnay, AOC Gaillac, Premières Côtes de Blaye, Bergerac, Bordeaux, Coteaux d'Aix, Côtes de Gascogne, Palette, Saint Joseph, Crozes Hermitage, Chinon, Saumur, Coteaux du Layon, Bonnezeaux, Savennières, Châteauneuf du Pape…*

Aspects économiques

Les éléments de coûts et de rentabilité sont à raisonner au cas par cas, en fonction des matériels choisis et des conditions d'utilisation. Nous présentons ci-dessous quelques ordres de grandeurs. Des études de cas réalisées par Inter Rhône présenteront des exemples de coûts de façon plus détaillée.

Coûts d'investissement

Le coût par mètre carré de surface installée peut varier de 1 000 à plus de 4 000 €/m². Cette très forte fluctuation est expliquée par un fort effet d'échelle, les équipements de faible surface (10 à 20 m²) étant comparativement beaucoup plus chers au mètre carré (**graphique 10**).



Graphique 10 *Effet d'échelle sur les prix exprimés par m² en fonction de la surface installée*

Un autre facteur très important de variation est le niveau d'automatisation des filtres. A surface de filtration identique, les coûts d'investissement peuvent varier du simple au double en fonction des niveaux d'automatisation choisis.
Enfin, des critères de conception peuvent intervenir sur les coûts des investissements :
- le type de membrane : les membranes minérales étant plus chères au mètre carré que les membranes organiques,
- la conception des circuits hydrauliques,
- la qualité des équipements : pompes, vannes, instruments de mesure et de contrôle…
- la qualité globale de conception des matériels.

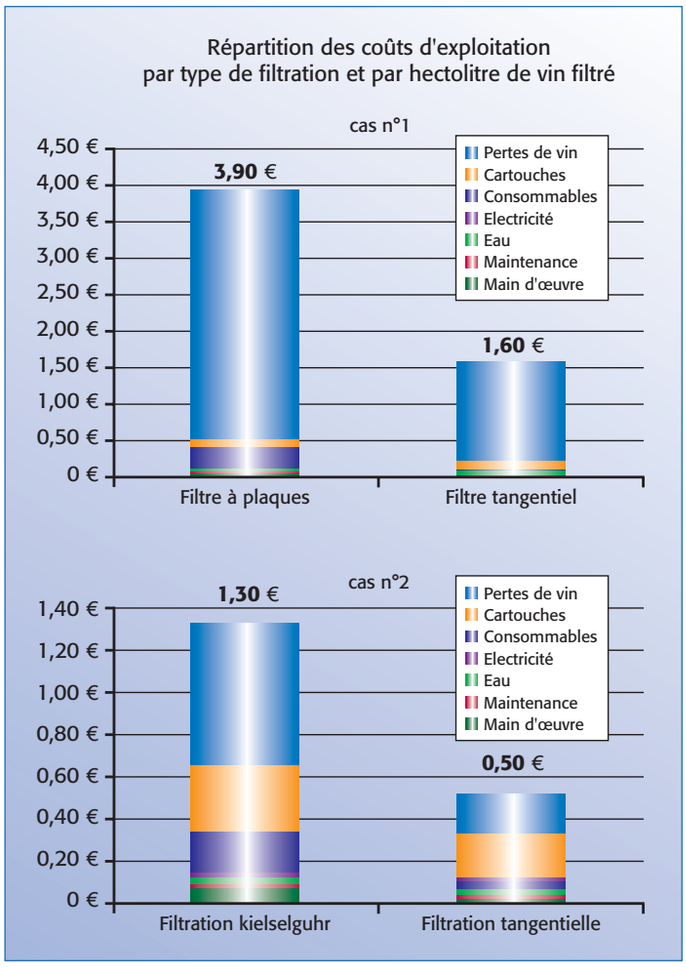
Coûts de fonctionnement

Les coûts en électricité sont faibles, quelques centimes d'euros par hectolitre filtrés, et peu dépendant des conditions d'utilisation.
Les coûts en eau et en produits de nettoyage, exprimés en hectolitre de vin filtrés, peuvent varier assez fortement selon la conception des matériels et les conditions d'utilisation (volume des lots filtrés, durée des cycles de filtration, fréquence des nettoyages chimiques) : de 1 à 20 centimes d'euros.
Les coûts de main d'œuvre, très variables (de quelques centimes d'euros à quelques dizaines de centimes par hectolitre) sont étroitement dépendants du niveau d'automatisation des filtres, avec comme extrêmes :
- un fonctionnement semi-automatique, les réglages et les opérations de nettoyage étant réalisés manuellement, comme sur un filtre à alluvionnage,
- un fonctionnement entièrement automatisé, avec succession de cycles de filtration.

En synthèse, les coûts de fonctionnement peuvent varier dans des fourchettes allant de 10 à 80 centimes d'euros par hectolitre.

Coûts liés au renouvellement des membranes

Le coûts lié au renouvellement des membranes doit être pris en compte. On considère que la durée de vie des membranes est de l'ordre de 5 à 10 ans pour les membranes organiques et de 10 à 15 ans pour les membranes minérales.
Dans la pratique, cette durée de vie peut varier fortement en fonction des conditions d'utilisation. Dans d'autres secteurs d'activité, le coût lié au renouvellement des membranes est généralement estimé à quelques centimes d'euros par hectolitre filtré.



Graphique 11 *Coût d'exploitation (d'après : S. Vialis, Inter Rhône)*

J-M. Desseigne, IFV

Rentabilité d'un investissement dans un filtre tangentiel

Comparativement à la filtration sur kieselguhr, trois postes principaux sont à prendre en considération : les coûts en main d'œuvre, les coûts en consommables (terres de filtration) et les réductions des pertes de vin (**graphique 11**).

La filtration sur kieselguhr entraîne des pertes de vins par les terres. Ces pertes sont variables, estimées généralement à 1 à 2 litres par kg de terre, ou de 0,5 à 1,5 % des volumes filtrés. En filtration tangentielle, les pertes de vin sont limitées aux volumes résiduels de rétentat, qui dépend notamment des volumes morts des filtres. En fonction de la conception des équipements et des conditions d'utilisation, ces pertes de vin peuvent être de 0,1 à 1 % des volumes filtrés. Avec une filtration résiduelle des rétentats, les pertes peuvent être ramenées à moins de 0,02 % des volumes filtrés.

J-M. Desseigne, IFV

Glossaire

Filtration : technique de séparation de deux phases, une phase solide et une phase liquide, par passage au travers d'une paroi poreuse, qui retient la phase solide. En traversant la surface filtrante, le liquide se clarifie.

Microfiltration : filtration avec un diamètre des pores du milieu filtrant de l'ordre de 0,1 à environ 10 microns.

Ecoulement tangentiel : le liquide à clarifier circule parallèlement à la surface filtrante.

Perméat ou filtrat : moût ou vin filtré, ayant traversé la membrane.

Rétentat : fluide contenant les particules ou macromolécules retenues par la membrane.

Colmatage : ensemble des phénomènes qui produisent une diminution des flux de perméation en fonction du temps.

Densité de flux de perméation (ou "débit" de perméation, perméabilité) : volume de liquide traversant la membrane par unité de surface et de temps (généralement exprimé en $l/h.m^2$).

Perméabilité : volume de liquide traversant la membrane par unité de temps, de pression et de surface (exprimé en $l.h^{-1}.m^{-2}.bar^{-1}$)

Rinçage : lavage des membranes à l'eau, à co- ou contre-courant.

Régénération : nettoyage *in situ* des membranes à l'aide de produits chimiques dans l'objectif de rétablir leur perméabilité initiale.

Rétro-filtration, rétro-lavage, back-pulse, back-wash : procédé de décolmatage des membranes en cours de filtration par inversion de flux de perméation.

Facteur de concentration volumique (FCV) : rapport entre le volume initial et le volume du rétentat (concentration du rétentat).

Pression transmembranaire (PTM) : différence entre la pression du coté du retentât et la pression du côté du filtrat de la membrane.

Pour en savoir plus :

Berger J.L., Cottereau Ph. - Possibilités offertes par les médias filtrants régénérables et la filtration tangentielle comme alternative à la filtration sur diatomées. 1997. Bulletin de l'OIV.

Desseigne J.M., Grenier P. - Génie œnologique et matériel. In : Œnologie, fondements scientifiques et techniques. 1998, Tec et Doc Lavoisier.

Desseigne J.M. - Filtration tangentielle : matériels et procédés. 2005. Revue Matériel Agricole. Paris.

Escudier J.L., Moutounet M., Vernhet A. - Application des membranes dans la filière œnologique. 2000. Techniques de l'Ingénieur.

Mietton-Peuchot M. - Les membranes en œnologie : actualités et perspectives. 2007. Journées thématiques Club Français des membranes. Faculté d'œnologie Bordeaux.

Moutounet M., Vernhet A. - Microfiltration tangentielle. In : Œnologie, fondements scientifiques et techniques. 1998, Tec et Doc Lavoisier.

Poupault P., Vinsonneau E., Benesteau F. - Vins blancs à sucres résiduels : Maîtrise du mutage et gestion de l'anhydride sulfureux 2e partie, RFOE N°225 et Revue des œnologues N°124, mai 2007

Vernhet A., Grangeon A. - Innovations dans la microfiltration des vins : membranes et procédés. 2004. Revue des œnologues N°113.

Vinsonneau E., Anneraud M., Benesteau F. - Utilisation de la microfiltration au mutage des vins moelleux et liquoreux : synthèse de trois années d'essais. 2004. www.matevi-france.com

Vinsonneau E., Desseigne J.M. - Techniques physiques et stabilisation microbiologique des vins : Synthèse des résultats de l'IFV. 2008. www.matevi-france.com

Rochard J., Kerner S. - Clarification et environnement, RFOE N°206, mai 2004.

Conclusion

Après 25 ans de tâtonnements et d'évolutions, nous pouvons affirmer aujourd'hui que la technique est au point pour l'œnologie dans la mesure où elle respecte le produit d'une part et qu'elle répond aux contraintes environnementales et économiques d'autre part.

Le principe de la technique séparative en flux tangentiel ouvre la voie pour le développement de nouvelles pratiques œnologiques qui sont en cours d'évaluation. Avec le choix de membranes adaptées, il sera possible demain de réduire la teneur en sucre des moûts ou de modifier la teneur en alcool ou en acide des vins de façon précise et avec moins de conséquences que les techniques conventionnelles.

J-M. Desseigne, IFV

Relecteurs : Philippe Cottereau, Emmanuel Vinsonneau, Anne-Marie Denizot, Christine Moulliet et Jean-Luc Berger, IFV ; Sophie Boucard et Jennifer Thomas, VINIFLHOR.

Remerciements :
Avec la participation financière de VINIFLHOR, du compte d'affectation spécial pour le développement agricole et rural géré par le ministère de l'Agriculture et de la Pêche et le CIVB.
L'IFV remercie les sociétés Bucher-Vaslin, Pall, Siva-Tami, Della Toffola France et Ymélia pour la mise à disposition de matériels pour ses travaux.

Décembre 2008

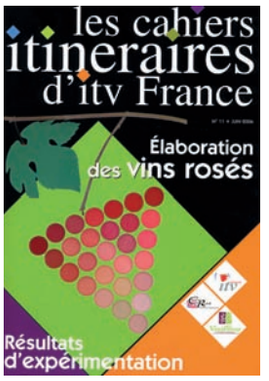
Mentions légales : ISSN : 1629-5919

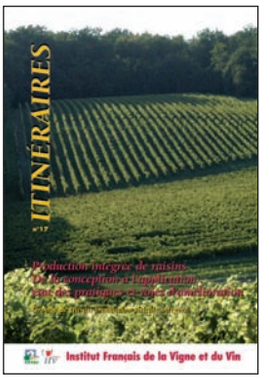
© Institut Français de la Vigne et du Vin. Le code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L.122-5, d'une part, que « les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction même partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droits ou ayant cause, est illicite » (article L.122-4). Cette représentation ou reproduction, par quel que procédé que ce soit constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L.335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

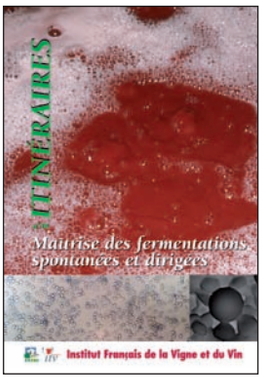
Imprimé sur papier recyclé.

Crédit photo de couverture : P. Mackiewicz, IFV

ENTAV ITV FRANCE **Institut Français de la Vigne et du Vin** Viniflhor







- n° 10 : Bonnes pratiques de manipulation des produits phytosanitaires en viticulture
- n° 11 : Elaboration des vins rosés : résultats d'expérimentation
- n° 12 : *Brettanomyces* et phénols volatils : prévenir et limiter les altérations
- n° 13 : Gestion durable des sous-produits et déchets des exploitations viticoles et des caves
- n° 14 : Techniques soustractives d'enrichissement des moûts
- n° 15 : Machines à vendanger : bonnes pratiques de récolte
- n° 17 : Production viticole intégrée, de la conception à l'application
- n° 18 : Maîtrise des fermentations spontanées et dirigées
- Le coût des fournitures en viticulture et œnologie 2009
- Traité de viticulture et d'œnologie durables
- Note nationale sur les maladies du bois
- Choix et emploi des micro-organismes en œnologie
- Catalogue des variétés et des clones de vigne cultivés en France

Service des publications : tél. 03 26 54 00 30 - email : caroline.diouy@vignevin.com

Siège : Domaine de l'Espiguette - 30240 Le Grau du Roi
www.vignevin.com