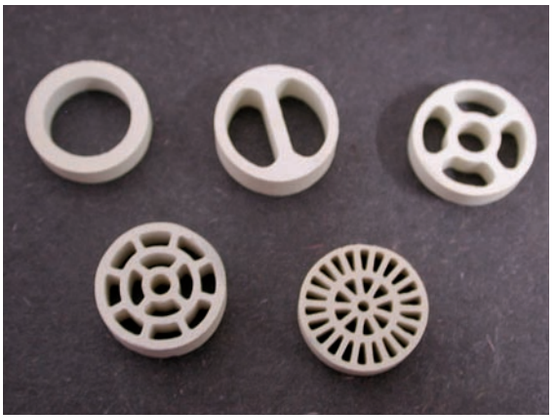
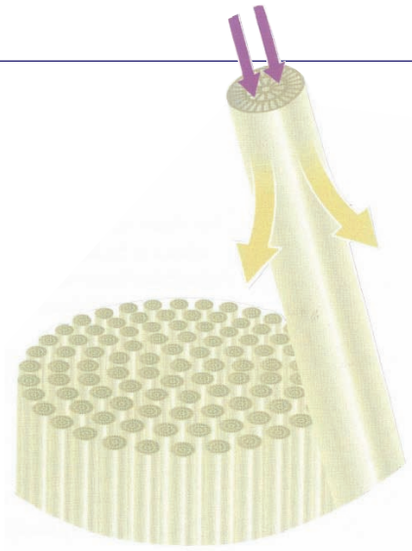


P. Larignon, IFV ; Siva-Tami

Différents profils de membranes minérales

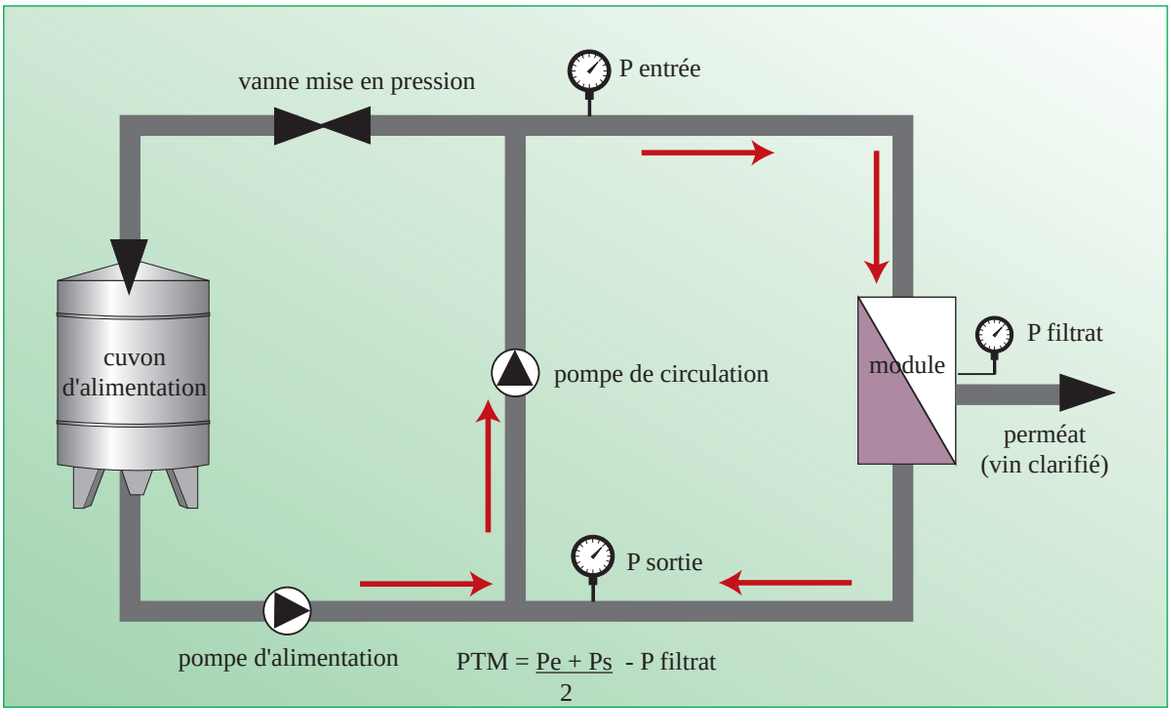


Della Toffola

Module fibres creuses minérales (céramiques)

2. Principe général des installations

Une installation de microfiltration tangentielle compte un certain nombre d'éléments. Hormis les installations de laboratoire ou certains pilotes, toutes sont équipées d'un circuit de re-circulation (**figure 9**).



A-M. Denizot, IFV

Figure 9 *Schéma d'une installation de microfiltration tangentielle*

Une installation comprend au minimum :

- une cuve d'alimentation, intégrée ou non à l'unité de filtration (cuvons),
- une pompe d'alimentation, centrifuge ou volumétrique à débit variable. Elle assure l'alimentation et la mise en pression du fluide,
- une pompe de circulation (ou re-circulation). Elle assure la vitesse de circulation tangentielle. Une partie du rétentat est renvoyée dans la cuve d'alimentation. Une vanne peut permettre de réguler la pression trans-membranaire,
- un module de microfiltration. Lorsqu'une installation comporte plusieurs modules, ceux-ci sont généralement montés en parallèle,
- une tuyauterie en acier inoxydable, avec vannes et instruments de contrôle et de régulation (capteurs de pression, de débit, de température, de turbidité…).

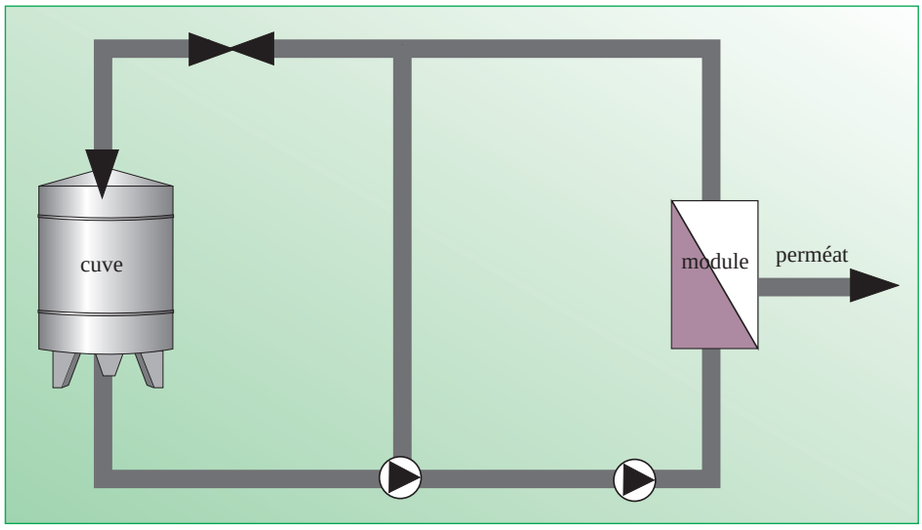
A l'exception des modules spiralés, les installations sont généralement équipées d'un système de décolmatage mécanique par inversion de flux (rétrofiltration).

3. Installations pratiques : les différents dispositifs

A partir de ce principe général, différentes configurations sont proposées. Ces différences sont liées essentiellement à la gestion du taux de concentration, aux besoins en termes d'automatisation et de débits d'installation.

Fonctionnement discontinu en batch

Dans cette configuration, la plus simple et la moins onéreuse, le rétentat est recyclé dans la cuve d'alimentation. Ce dispositif permet de filtrer à faible taux de concentration (FCV) sur la majorité du cycle, pour limiter le colmatage des membranes. Le circuit de retour du rétentat dans la cuve doit être bien étudié, afin de limiter les risques d'aération.

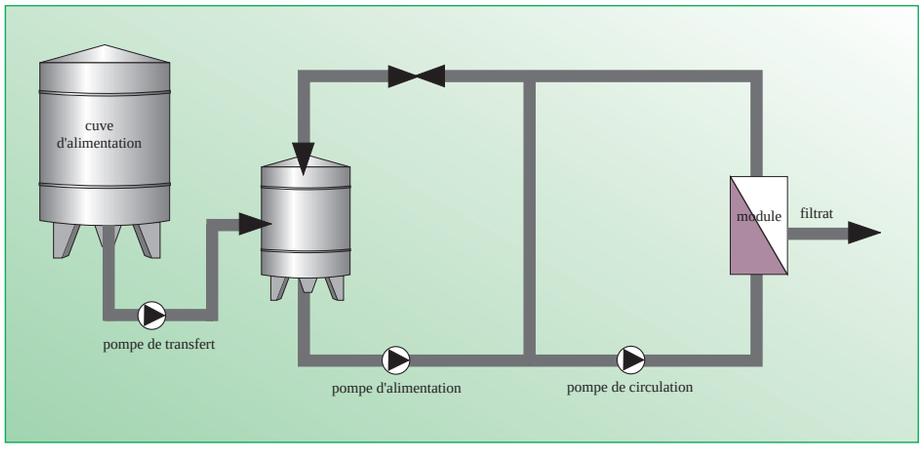


A-M. Denizot, IFV

Figure 10 *Fonctionnement discontinu en batch*

Fonctionnement en batch alimenté

Le rétentat est recyclé dans un cuvon intégré à l'unité de filtration. Parallèlement, ce dernier est alimenté en vin brut, l'ensemble étant commandé par des capteurs de niveau. Dans cette configuration, le FCV augmente plus vite que précédemment, mais permet d'automatiser l'ensemble du fonctionnement. Selon les configurations, le rétentat peut être concentré en cours de filtration et évacué à la lie (concentration intermédiaire), ou uniquement en fin de filtration pour limiter les pertes de produits.

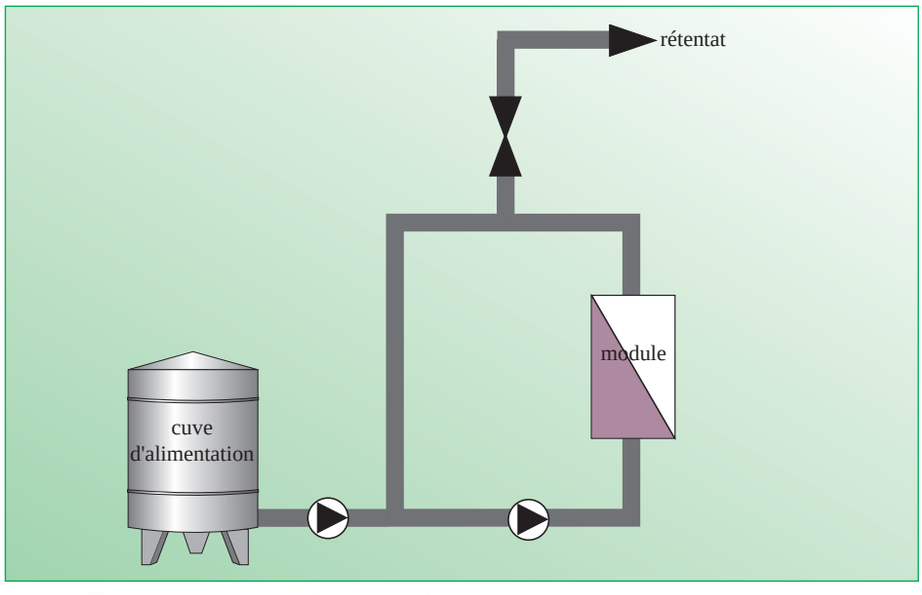


A-M. Denizot, IFV

Figure 11 *Fonctionnement en batch alimenté*

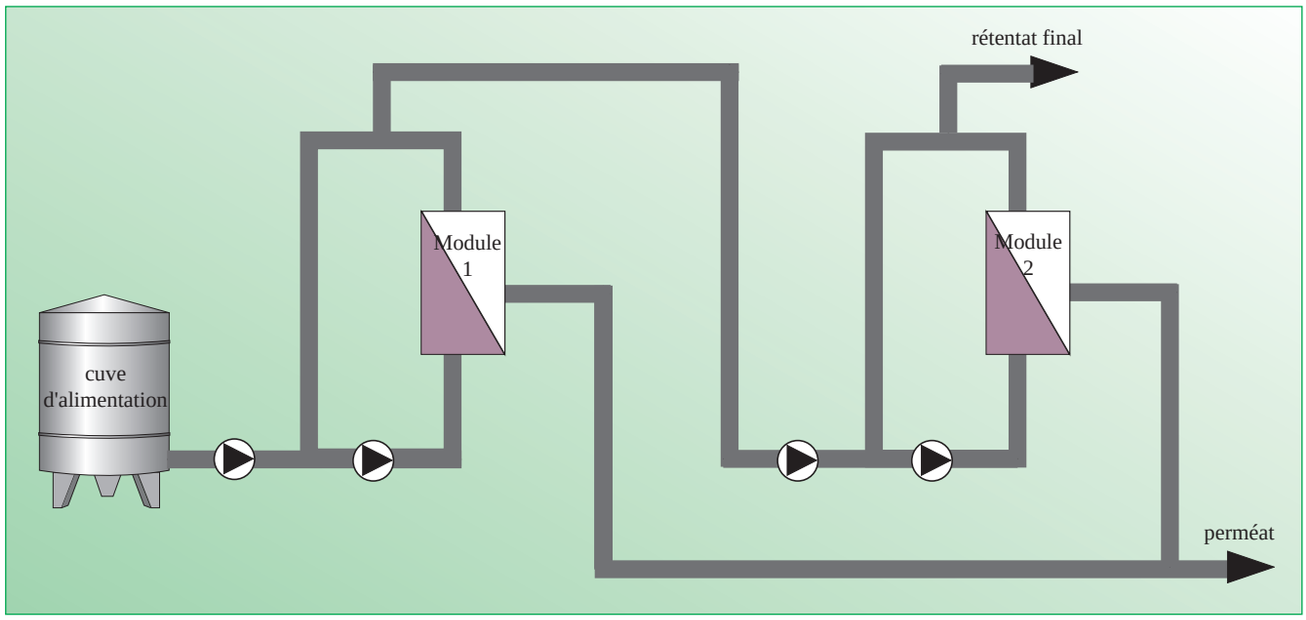
Fonctionnement continu mono-étage

Une fraction du rétentat est extraite en permanence, le débit d'alimentation étant modulé en fonction du taux de concentration ou du débit du perméat. L'évacuation du rétentat peut être pilotée en fonction du taux de concentration final désiré ou gérée entièrement par l'automatisme. Le rétentat est filtré en fin de cycle de filtration. Ce mode de fonctionnement permet de filtrer à faible taux de concentration, en limitant donc le colmatage, avec les avantages d'un fonctionnement continu.



A-M. Denizot, IFV

Figure 12 *Fonctionnement continu mono-étage*



A-M. Denizot, IFV

Figure 13 *Fonctionnement continu bi-étage*

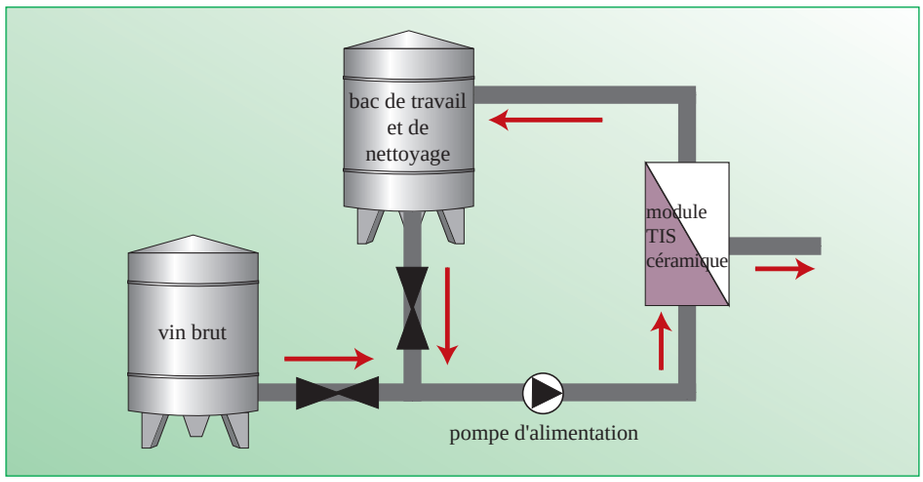
Fonctionnement continu bi-étages

Le principe est de coupler deux filtres sur une même unité de filtration, chaque filtre étant équipé de membranes spécifiques. Le premier filtre le vin brut et évacue son rétentat dans un cuvon attenant. Le second filtre le rétentat du premier. Cette configuration permet de filtrer simultanément le vin et le rétentat et de diminuer les pertes en vin.

Des installations continues à plus de deux étages sont possibles mais n'ont actuellement pas d'applications industrielles dans le secteur vinicole.

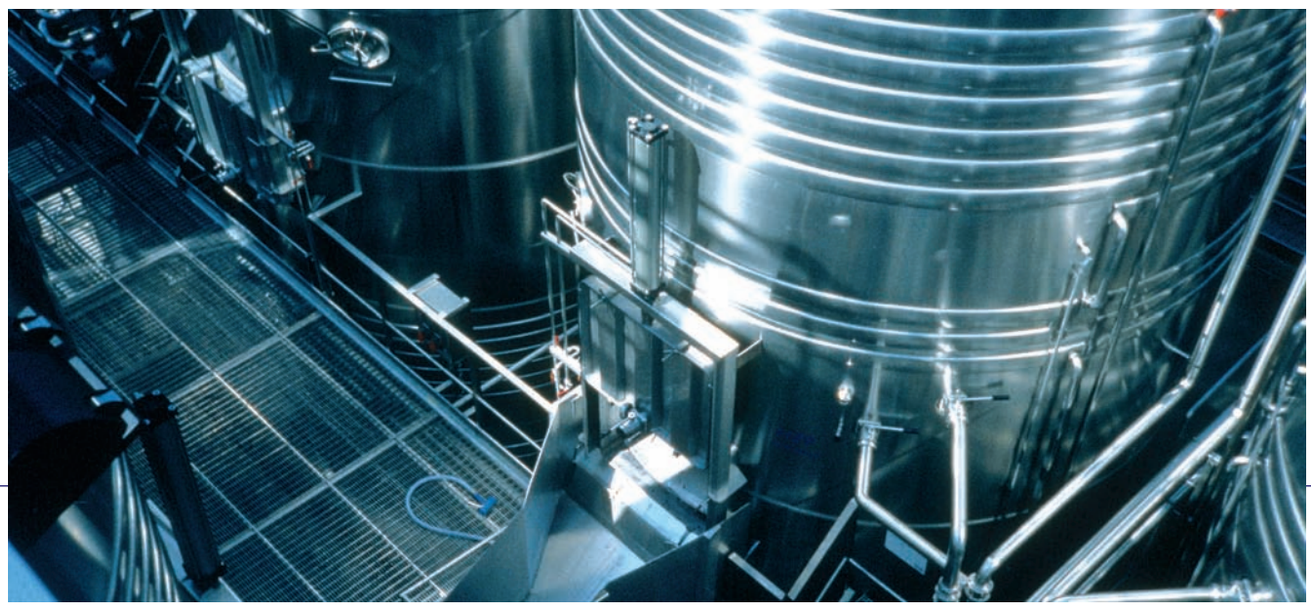
Configuration spéciale

Avec le procédé « Tangential Integrated System », la boucle de circulation est intégrée à l'intérieur du carter. Chaque carter contenant un module est équipé de sa propre pompe de circulation. Ce procédé, couplé avec des membranes en céramiques, permet de réduire les dépenses énergétiques liées à l'utilisation de membranes minérales et de réduire fortement les volumes morts, donc le volume final de rétentat et les consommations en eau.



A-M. Denizot, IFV

Figure 14 *Configuration spéciale, Tangential Integrated System*



J-M. Desseigne, IFV

4. Matériels : évolutions et perspectives

Les filtres tangentiels font l'objet d'évolutions très significatives. Si les premiers filtres proposés dans les années 1980 avaient une incidence forte sur les composés et la qualité des vins, il est désormais reconnu, a minima, que les équipements actuels n'appauvrissent pas plus le vin qu'un autre procédé de filtration pour autant qu'ils soient utilisés selon les règles de l'art.
Historiquement, les progrès ont concerné en premier lieu les membranes, avec la mise au point de médias spécifiques au vin, limitant les phénomènes d'adsorption et de rétention. Les membranes font encore l'objet d'évolutions significatives, mais les avancées les plus récentes concernent surtout la maîtrise du procédé avec comme objectifs, outre la recherche permanente de la qualité :
- d'augmenter la productivité
- de faciliter la mise en œuvre de la filtration (simplicité et automatisation)
- de limiter les impacts environnementaux
- d'optimiser les coûts de production et les retours sur investissement.

Evolutions qualitatives

L'objectif est de limiter les impacts qualitatifs sur le moût ou le vin filtré. Ceux-ci sont liés aux phénomènes de rétention et de brassage.

Réduction des rétentions

Les rétentions de composés tels que polysaccharides ou polyphénols sont liées aux phénomènes d'adsorption de couche de polarisation et de colmatage des membranes. Les membranes utilisées sont désormais adaptées au vin. Les phénomènes de colmatage sont limités par la mise en place de systèmes de rétrofiltration et une gestion optimisée des paramètres de fonctionnement comme la pression trans-membranaire, les débits de perméation et les taux de concentration.

E. Vinsonneau, IFV

Filtre à l'échelle pilote

Réduction du brassage des vins

L'utilisation des premiers filtres tangentiels dans les années 1980 provoquait une augmentation importante de la température du produit filtré, en raison des puissances énergétiques mises en œuvre et de la recirculation du produit dans la boucle de circulation. Cette augmentation de température traduisait un brassage important et nécessitait la mise en place d'un échangeur de chaleur pour maîtriser cet échauffement.
L'augmentation de température liée à la filtration est actuellement généralement inférieure à 2 à 3°C, ce qui traduit bien une réduction importante des phénomènes de brassage. Ces résultats sont obtenus notamment par :
- une meilleure maîtrise du colmatage et des paramètres de fonctionnement comme la pression trans-membranaire et la vitesse de circulation tangentielle
- des améliorations de conception, notamment la réduction des volumes morts (réduction des temps de séjour), la réduction des pertes de charges, l'optimisation énergétique…

B-to-B Design

Filtre quatre modules, avec manchon de rétrofiltration, système hydraulique

Protection des vins vis-à-vis de l'oxydation

Les essais réalisés ces dernières années ont mis en évidence que la dissolution d'oxygène est désormais négligeable en cours de filtration. Les opérations de remplissage et de vidage des filtres peuvent être réalisées sous gaz inerte.

Améliorations de la productivité

La productivité exprimée en l/h.m^2 reste le facteur limitant en filtration tangentielle. Elle a cependant été fortement améliorée par la mise en place des

systèmes de rétrofiltration et une gestion optimisée des paramètres de fonctionnement. La réduction des volumes morts, l'augmentation de la surface filtrante par module permet, à encombrement égal, d'augmenter la productivité des filtres, exprimée en hl/h.

Améliorations de la « praticité »

Un des avantages de la filtration tangentielle est qu'elle peut être entièrement automatisée. La tendance actuelle est de réaliser des installations modulaires, permettant par exemple d'intervenir sur un module sans arrêter la production de l'ensemble du filtre.

Limitations des impacts environnementaux

Les consommations d'eau des anciens filtres tangentiels pouvaient être très élevées, jusqu'à 15 à 20 l/hl de vin filtré, avec une incidence directe sur le dimensionnement des unités de traitement des effluents. Grâce aux améliorations techniques apportées sur la conception (réduction des volumes morts, réduction du volume des rétentats) et de maîtrise du procédé (optimisation du nombre de rinçages intermédiaires, de nettoyages chimiques), les consommations en eau peuvent être comparables à celles de

Pall

Filtre douze modules, avec procédé de rétrofiltration

l'utilisation de filtres à alluvionnage à débâtissage à sec (filtres dits écologiques) : de 2 à 5 litres d'eau par hectolitre filtré.

Optimisations économiques

Actuellement, on recherche à améliorer le retour sur investissement par la réduction :
- des coûts de fonctionnement : de main d'œuvre grâce à l'automatisation, des consommations énergétiques, de la consommation en eau et de produits de nettoyage
- des pertes en vin : réduction des volumes morts (donc du volume du rétentat final) et filtration des rétentats.

5. Automatisation et contrôle

La possibilité d'automatiser les opérations de filtration constitue un des atouts de la filtration tangentielle. Le niveau d'automatisation a une incidence prépondérante sur les prix des installations et doit donc être raisonné en fonction des besoins. Plusieurs niveaux d'automatisation se distinguent :

■ **Fonctionnement semi-automatique** : L'automatisme ne gère que les opérations séquentielles, comme les rétrofiltrations et les sécurités (fonctionnement à sec des pompes, surpressions…). Les fonctions de régulation des débits, des pressions, les opérations de nettoyage sont réalisées manuellement par le filtreur, comme sur un filtre à alluvionnage.

J-M. Desseigne, IFV

Exemple d'automate

■ **Fonctionnement automatique de niveau 1** : Le cycle de filtration se déroule en automatique, jusqu'à épuisement de la cuve, mais les phases de démarrage et de nettoyage nécessitent la présence d'un opérateur.

■ **Fonctionnement automatique de niveau 2** : L'ensemble des opérations de filtration et de nettoyage se déroule en automatique. Les filtres sont équipés de compteurs volume, de débitmètres et de turbidimètres. L'automate permet une traçabilité des opérations. Seuls, le changement de cuve et la préparation des solutions de nettoyage nécessitent la présence d'un opérateur.

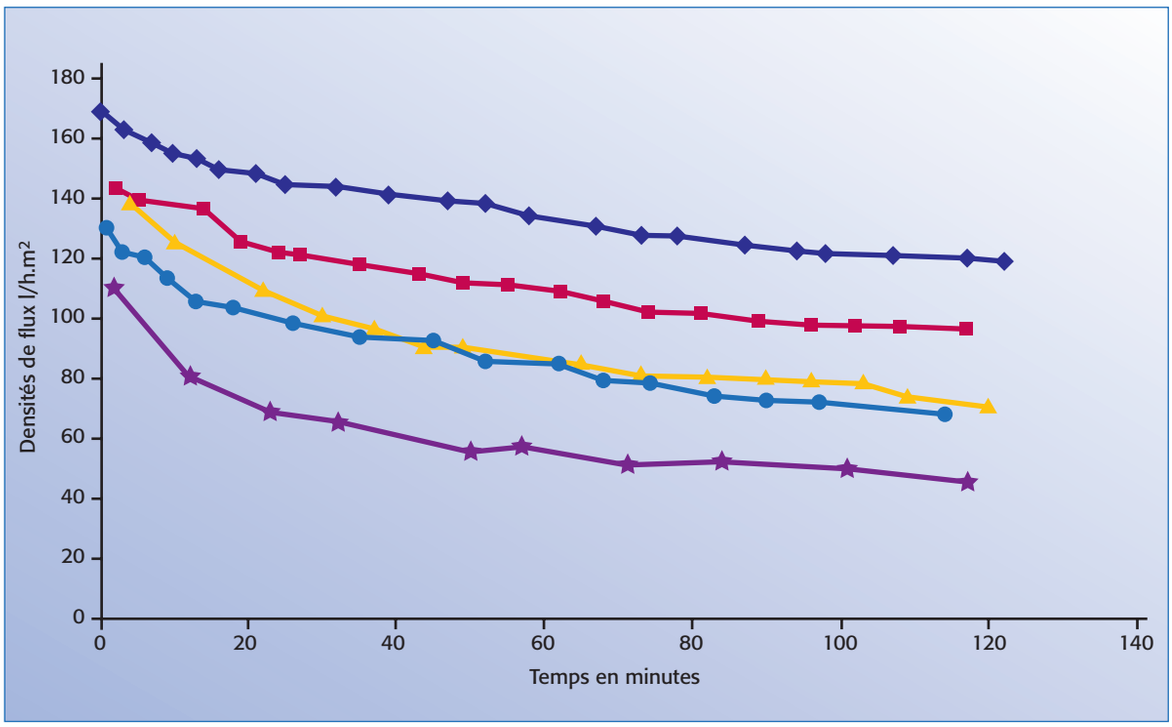
■ **Fonctionnement automatique de niveau 3 - supervision** : L'automatisme met en œuvre un planning de production : succession de cycles de filtration et de lavage, avec la possibilité de programmer la filtration de plusieurs cuves, avec une traçabilité complète. Le filtre peut être contrôlé à distance et assurer un travail 24 heures sur 24, sans la présence d'un opérateur.

Bonnes pratiques d'utilisation

1. Filtrabilité des moûts et des vins

Le comportement des moûts et des vins en microfiltration tangentielle, leur filtrabilité, demeurent difficile à prévoir sur la base des connaissances actuelles.

Pour un filtre donné, les performances de débits peuvent varier très fortement selon les produits filtrés (**graphique 1**). Cette variabilité s'explique par un colmatage plus ou moins rapide de la membrane, qui se traduit par une chute des valeurs de débits, observable dès le début du cycle de filtration. Il n'y a pas de relations simples entre les caractéristiques des vins (comme la turbidité, les indices de filtrabilité, la teneur en polyphénols ou en polysaccharides) et leurs comportements en cours de filtration.



Graphique 1 *Evolution des densités de flux lors de la filtration de cinq vins rouges différents sur un même filtre tangentiel*

Pour un vin donné, dans les mêmes conditions expérimentales, les performances de débits peuvent être également très différentes selon les matériels utilisés. Le même vin peut être alors considéré comme « facile » à filtrer pour un filtre et « difficile » à filtrer pour un autre, sans qu'il soit possible de généraliser la différence de performances entre les matériels. Ceci explique pourquoi les essais comparatifs de filtres tangentiels se traduisent par des résultats souvent très variables, parfois même contradictoires.

	Moyenne de densité de flux en l/h.m²
Moûts	20-40
Vins rouges	30-60
Vins blancs et rosés	40-80

Tableau 4 *Productivité moyenne des filtres*

Les productivités moyennes, issues d'observations de terrain, sont mentionnées dans le **tableau 4**. La filtrabilité des vins blancs et rosés est généralement supérieure à celle des vins rouges, certainement en raison de leur plus faible teneur en polyphénols. Les vins rouges issus de chaînes de chauffage de la vendange sont généralement plus difficiles à filtrer. En termes de prétraitement, les opérations de collage, d'enzymage, de pré-clarification par filtration sur terre ou centrifugation, permettent généralement d'augmenter significativement les performances des filtres tangentiels.

2. Conduite de la filtration

Les conditions de mise en œuvre de la filtration ont une incidence très importante sur le colmatage et donc sur les performances des filtres, que ce soit d'un point de vue quantitatif (perméabilité, productivité) que qualitatif (rétentions en colloïdes et macromolécules). Le fonctionnement des filtres est généralement géré par l'automatisme, mais nous rappelons ci-dessous quelques règles générales.

Flux de perméation (débits instantanés)

Des flux de perméation très élevés, notamment en début de cycle de filtration, peuvent provoquer des colmatages très rapides. Un compromis est donc à rechercher entre des flux instantanés faibles, limitant la vitesse de colmatage, mais au détriment de la productivité globale du filtre, et des flux instantanés élevés, entraînant un colmatage rapide. Ces flux de perméation peuvent être réglés par le débit d'alimentation et/ou la pression trans-membranaire.

Pression trans-membranaire

La pression trans-membranaire doit être maintenue faible, notamment au démarrage de la filtration. Une augmentation trop rapide de la pression se traduira en effet par des flux de perméation élevés en début de filtration, conduisant à un colmatage rapide et en profondeur de la membrane. Une pression élevée peut également provoquer un compactage du dépôt à la surface de la membrane. Les pressions trans-membranaires utilisées, variables selon les conceptions, sont généralement proches de 1 bar (0,5 à 1,5 bars) et il est conseillé de ne pas dépasser 2 bars en fin de cycle.

Vitesse de circulation tangentielle

De par le principe de la filtration tangentielle, la vitesse de circulation doit être élevée pour favoriser les turbulences et limiter les phénomènes de polarisation. L'augmentation de la vitesse se traduisant également par une augmentation des pertes de charges, un compromis est donc à rechercher entre vitesse de circulation et pression trans-membranaire. Des vitesses proches de 2 m/s sont fréquemment rencontrées.

J-M. Desseigne, IFV

Taux de concentration ou facteur de concentration volumique (FCV)

En microfiltration tangentielle, les débits sont d'autant plus faibles que la concentration en extrait sec du produit filtré est élevée, en raison notamment de l'augmentation de la viscosité du produit. Lorsqu'on travaille en discontinu, la concentration du rétentat augmente progressivement, ce qui se traduit par une diminution des débits. En fonction de la concentration initiale du vin à filtrer, une fraction du rétentat peut être évacuée en cours de filtration pour conserver des flux élevés et limiter les colmatages.

Température des produits à filtrer

La filtrabilité augmente avec la température, l'augmentation de température se traduisant notamment par une baisse de la viscosité. Toutes choses égales par ailleurs, les débits de filtration sont plus importants à chaud qu'à froid.
En cour de filtration, une augmentation anormale de la température dans la boucle de circulation (de plus de 4 à 5°C) traduit un colmatage important des membranes. Ce colmatage ayant une incidence sur les rétentions, il est alors conseillé d'arrêter le cycle de filtration et de réaliser un rinçage ou un nettoyage chimique.

Durée du cycle de filtration et fréquence des nettoyages

En raison du colmatage progressif des membranes, des cycles de filtration courts (de quelques heures), associés à un surdimensionnement des surfaces installées, permettent d'obtenir des débits de filtration élevés, souvent nécessaires dans des installations de type négoce. Ces cycles courts ont également l'avantage de limiter les phénomènes de colmatage irréversibles, mais augmentent les consommations en eau.
A l'inverse, l'augmentation des durées de filtration (24 heures ou plus), peut apporter une réponse aux faibles débits par unité de surface des filtres tangentiels. La notion de temps disponible pour la filtration est alors plus importante que celle de débits instantanés.
L'augmentation de la fréquence des nettoyages chimiques peut permettre également d'augmenter les débits d'une installation de filtration. Cette augmentation de la fréquence des régénérations est cependant déconseillée car elle peut, selon les configurations, diminuer la durée de vie de la membrane et augmenter le volume et le caractère polluant des effluents.

Unité mobile de filtration tangentielle

3. Opérations de rinçage et de nettoyage

En filtration tangentielle, les opérations de rinçage et de nettoyage ont pour rôle d'assurer à la fois des conditions d'hygiène suffisantes et de rétablir les performances initiales des membranes en termes de perméabilité.

Caractéristiques des eaux utilisées

L'eau utilisée pour les rinçages et le nettoyage ne doit pas contenir de substances susceptibles de colmater les membranes et de réagir avec les produits de nettoyage (sels de calcium, sels de magnésium, fer…). Elle est généralement par sécurité pré-filtrée sur membrane de 1 µm. Les indices de dureté requis sont variables selon les matériaux membranaires utilisés. Un adoucisseur d'eau peut être nécessaire. La régénération des membranes est favorisée par l'action de la température, d'où un besoin en eau chaude. Les températures d'utilisation sont fonction de la résistance thermique des matériaux membranaires, de 40 à plus de 100°C. Les membranes minérales sont plus performantes sur ce point. Pour limiter les pertes de temps lors des opérations de remplissage du filtre, les débits en eau froide et en eau chaude doivent être importants.

Cycles de nettoyage

Les opérations de rinçage et de nettoyage sont réalisées par circulation d'eau et comportent des phases successives : remplissage en eau du filtre puis circulation en boucle à co- ou contre-courant pendant une certaine durée et enfin vidange. En fonction de l'utilisation ou non de détergents chimiques, on distingue :

■ Des rinçages à l'eau

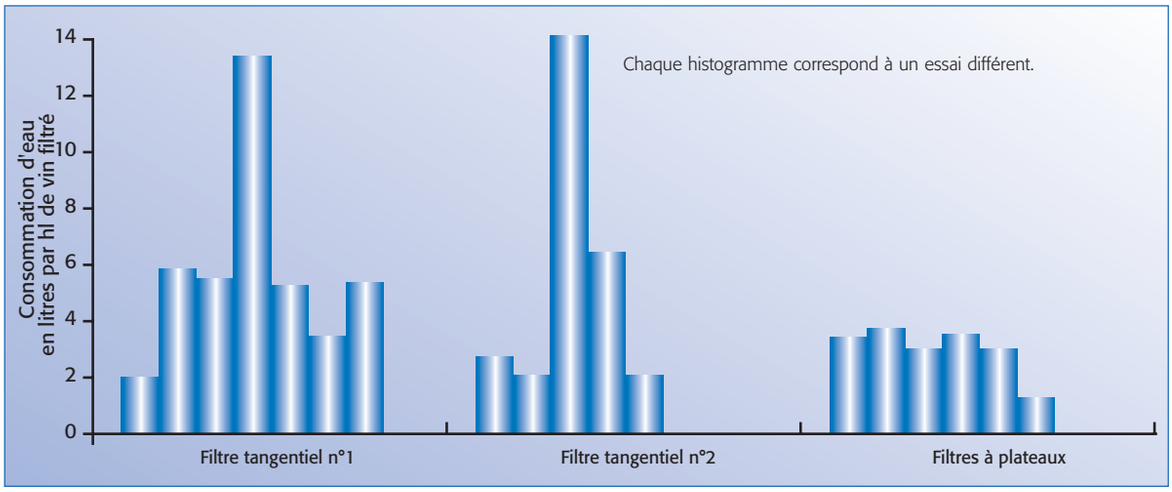
Ceux-ci sont réalisés généralement à l'eau chaude pour une meilleure efficacité. Pour éviter les chocs thermiques pouvant endommager les membranes, ils sont précédés d'un rinçage à l'eau froide ou tiède. Les opérations de rinçage, qui comprennent plusieurs étapes successives, peuvent demander plus d'une heure. Elles permettent de rétablir une bonne perméabilité que si les membranes sont faiblement encrassées. Leur efficacité doit être contrôlée par un test de débit à l'eau.

■ Des nettoyages chimiques, avec utilisation de produits détergents

Une séquence de nettoyage chimique est longue (2 heures ou plus), car elle comprend de nombreuses phases : pré-rinçage à l'eau froide - rinçage à l'eau chaude - une ou plusieurs phases de nettoyage chimique - deux ou trois rinçages à l'eau jusqu'à neutralité. Ces nettoyages chimiques sont obligatoires lorsque l'on filtre du vin blanc après du vin rouge (ou rosé) et lorsque les membranes sont fortement colmatées. Les produits utilisables dépendent du matériau membranaire. La fréquence des nettoyages chimiques doit être optimisée car cette opération est longue, nécessite une forte consommation d'eau et génère des effluents contenant des produits chimiques. La durée de vie des membranes dépend également du nombre de nettoyages chimiques réalisés.

Consommations en eau

Grâce aux améliorations techniques apportées aux matériels, les consommations en eau ont été fortement réduites. Ces dernières peuvent être désormais, avec de bonnes conditions d'utilisation, comparables à celles liées à l'utilisation de filtres à alluvionnage à débâtissage à sec et inférieures à celles liées à l'utilisation de filtres à débâtissage hydraulique (**graphique 2**).



Graphique 2 *Consommations d'eau comparées entre filtres tangentiels et filtres à alluvionnage*

Les volumes d'eau consommés dépendent de la conception des matériels (volume de la boucle de circulation, volume mort, dispositif de vidange utilisé…), et surtout des conditions d'utilisation.

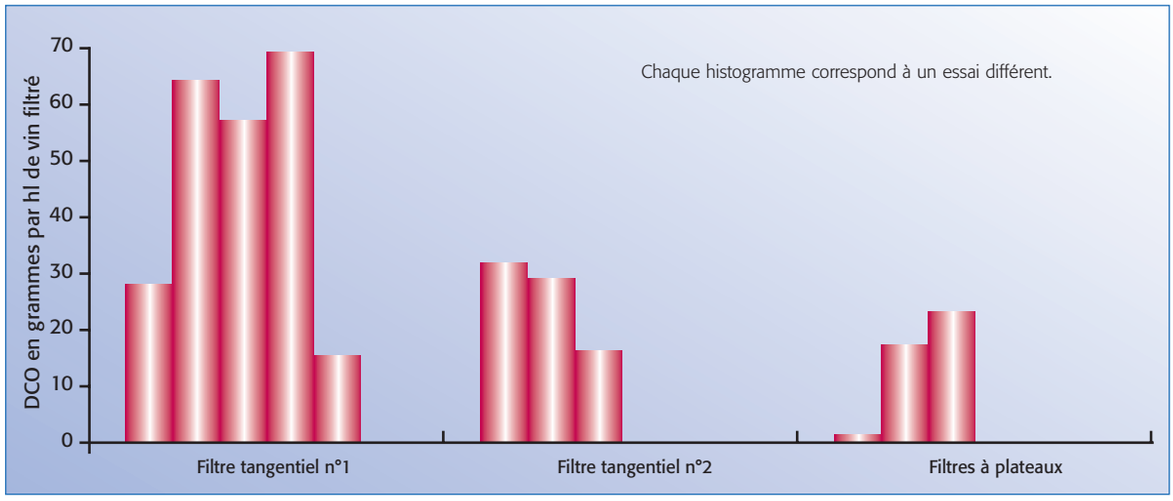
Charge polluante des effluents

La charge polluante des effluents issus des filtres tangentiels est très différente de ceux générés par les filtres à plateaux horizontaux, à débâtissage à sec (**tableau 5**). Les effluents de lavage des filtres à plateaux sont caractérisés par des teneurs élevées en matières en suspension (MES). Les teneurs en DCO et DBO5 sont faibles. La charge polluante est concentrée dans les terres, qui constituent des déchets pollués à traiter. Les effluents de lavage des filtres tangentiels contiennent peu de MES, mais en moyenne beaucoup de DCO et DBO5.

Caractéristiques	Filtre tangentiel de 120 m²	Filtre à plateaux 10 m², deux filtrations (terre blanche et rose)
MES en g/hl de vin filtré	0,1	5,2
DCO en g/hl de vin filtré	206	23

Tableau 5 *Exemple de comparaison de la charge polluante des effluents d'un filtre tangentiel et d'un filtre à plateaux*

Comme pour les consommations d'eau, la charge polluante générée par les filtres tangentiels peut être très variable selon les matériels (volumes morts et récupération des rétentats) et les conditions d'utilisation (**graphique 3**).



Graphique 3 *Flux de DCO par hectolitre de vin filtré*

Enfin, les analyses réalisées sur chaque fraction d'eau au cours des nettoyages mettent en évidence des caractéristiques de pollution très différentes (**tableau 6**). Les dernières eaux de rinçage ne peuvent être envoyées aux eaux pluviales, mais, dans un souci d'optimisation, pourraient être réutilisées : lavage des sols, prélavage des équipements, éventuellement premiers rinçages de filtres tangentiels.

Echantillons	Cycle de nettoyage chimique - Filtre de 96 m²						
	Nettoyage eau 1	Nettoyage eau 2	Nettoyage eau 3	Nettoyage chimique 1	Nettoyage chimique 2	Rinçage eau 1	Rinçage eau 2
volume d'eau (litres)	180	600	600	600	360	600	600
pH	3,66	5,49	6,61	12,89	12,15	9,54	9,03
MES (mg/l)	1 895	139	0	0	0	0	0
DCO (mg/l)	63 200	7 440	630	3 420	0	0	0
DBO5 (mg/l)	20 000	800	70	40	< 30	< 30	< 30

Tableau 6 *Caractéristiques des eaux de nettoyage d'un filtre tangentiel*

4. Contrôles de la filtration

Efficacité de la clarification

■ Turbidité

La mesure de la turbidité est le moyen le plus simple pour contrôler l'efficacité de la filtration. En raison des faibles niveaux de turbidité obtenus (1 à 2 NTU), les exigences en termes de performances et de précision des néphélomètres sont néanmoins élevées.

Le contrôle peut être réalisé par des turbidimètres de laboratoire. Il est cependant préférable de réaliser des mesures en continu, permettant :

- de contrôler en permanence l'efficacité de la filtration, en autorisant une traçabilité de l'opération,
- de détecter des dysfonctionnements, notamment les pertes d'intégrité du filtre (rupture de capillaires, fuites…), avec arrêt automatique de la filtration.

Les mesures en continu sont réalisées soit en ligne, soit sur une conduite de dérivation. Une des difficultés est la sensibilité de la mesure à la présence de bulles de gaz, pouvant provoquer des arrêts intempestifs de la filtration. Différents dispositifs permettent de s'affranchir de cette difficulté.

■ Indice de colmatage et Vmax

L'indice de colmatage (IC), l'indice de colmatage modifié (ICM) et le Vmax permettent de déterminer le caractère colmatant des vins avant passage sur membrane de filtration finale. Les vins après filtration tangentielle ont dans la majorité des cas une excellente filtrabilité.

Contrôles microbiologiques

La technique classique et éprouvée de contrôle microbiologique est le dénombrement sur boîtes de Pétri. Elle nécessite cependant une incubation de plusieurs jours. La cytométrie de flux a été récemment développée pour le dénombrement rapide des *Brettanomyces* en 15 minutes. Elle peut être utilisée pour décider d'une opération de stabilisation microbiologique par filtration tangentielle, mais, en raison du seuil de détection encore assez élevé (10 cellules/ml), elle n'a toujours pas d'applications en contrôle de filtration.

Tests d'intégrité des membranes ou tests de fuite

L'intégrité des systèmes membranaires (membranes, modules, joints) doit être vérifiée régulièrement pour éviter notamment le passage de micro-organismes. Cette vérification peut être réalisée :

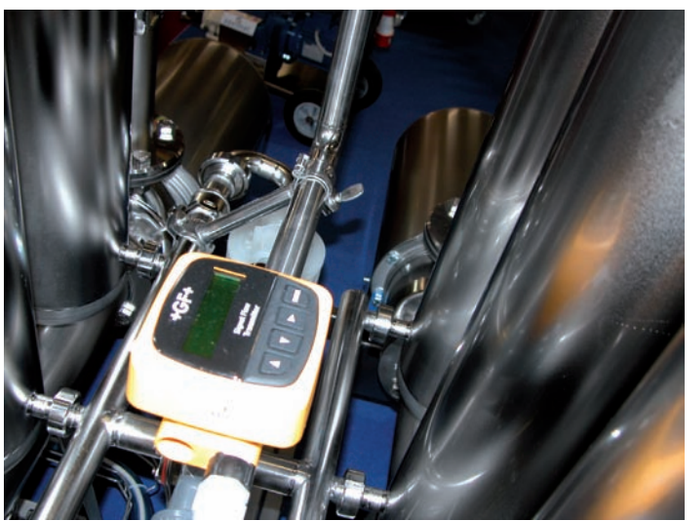
- par la mesure en continu de la turbidité. De petits défauts d'intégrité ne sont cependant pas toujours détectables par une variation de turbidité,
- par des tests de maintien en pression (tests d'intégrité ou tests de fuite), sur des modules à fibres creuses. Le filtre ayant été rincé et vidangé, une pression d'air est appliquée. Dans un module intègre, la pression d'air baisse uniquement à cause de la diffusion de l'air au travers des pores de la membrane, remplis d'eau. En cas de défaut, la baisse de pression est très rapide. Ces tests d'intégrité doivent être réalisés avant ou après chaque cycle de filtration.

Tests de débit à l'eau

Le test de débit à l'eau permet d'apprécier la perméabilité de la membrane et donc de contrôler l'efficacité d'un rinçage à l'eau ou d'une régénération chimique. Il peut être utilisé également pour décider d'une opération de nettoyage. Il consiste en une mesure des débits sur de l'eau, sous certaines conditions de pression et de température.

Contrôle des résidus chimiques après nettoyage chimique

Comme pour tout équipement, il ne doit pas subsister de résidus chimiques provenant de produits d'entretien (détergents et désinfectants) sur les surfaces en contact avec les denrées alimentaires. Ce contrôle est réalisé sur les dernières eaux de rinçage, généralement par la mesure de pH et par l'utilisation de bandelettes réactives. L'efficacité des rinçages peut dépendre des caractéristiques des eaux utilisées (indice de dureté).



J-M. Desseigne, IFV

Débitmètre installé sur une unité de filtration

5. Durée de vie des membranes

La durée de vie des membranes a évidemment une incidence directe sur les coûts d'une installation de microfiltration tangentielle. Cette durée de vie est cependant difficile à établir, car elle est très variable en fonction du matériau membranaire utilisé et des conditions d'utilisation. Dans tous les secteurs industriels utilisant la microfiltration tangentielle, il est considéré que les membranes minérales ont des durées de vie supérieures aux membranes organiques. Des durées de vie moyennes de 5 à 10 ans pour les membranes organiques et de 10 à 15 ans pour les membranes minérales sont fréquemment citées par les constructeurs. Il est cependant préférable d'exprimer cette durée de vie en nombre d'heures d'utilisation. Les garanties des constructeurs peuvent varier de 5 000 heures à plus de 30 000 heures.

Dans la pratique, cette durée de vie est fortement liée à l'utilisation qui est faite des membranes. Des colmatages importants (colles, bentonite…), la filtration de produits contenant des éléments abrasifs (cristaux de tartre) et le nombre de nettoyages chimiques ont des incidences directes sur la dérive dans le temps des performances et/ou sur la fragilité des membranes.

6. Conditions particulières d'utilisation

Produits de collage et intrants

Certains produits utilisés pour le collage des vins peuvent avoir un effet colmatant important. Il est donc souvent recommandé avant filtration de laisser les vins 2 à 3 jours en stabulation après collage.

Une attention particulière doit être apportée en cas de traitement à la bentonite. La bentonite a en effet un très fort pouvoir colmatant, avec également un risque d'obstruction des canaux des fibres creuses. La durée de vie des membranes sera alors fortement affectée. Certaines membranes, de par leur composition ou leur conception, supportent mieux les opérations de régénération spécifiques à mettre en œuvre lors d'un colmatage lié à la présence de traces de bentonite.

La filtration de produits contenant du charbon actif est fortement déconseillée. L'ajout d'acide méta-tartrique diminue les débits de filtration. L'ajout de gomme arabique ne doit évidemment être réalisé qu'après filtration.

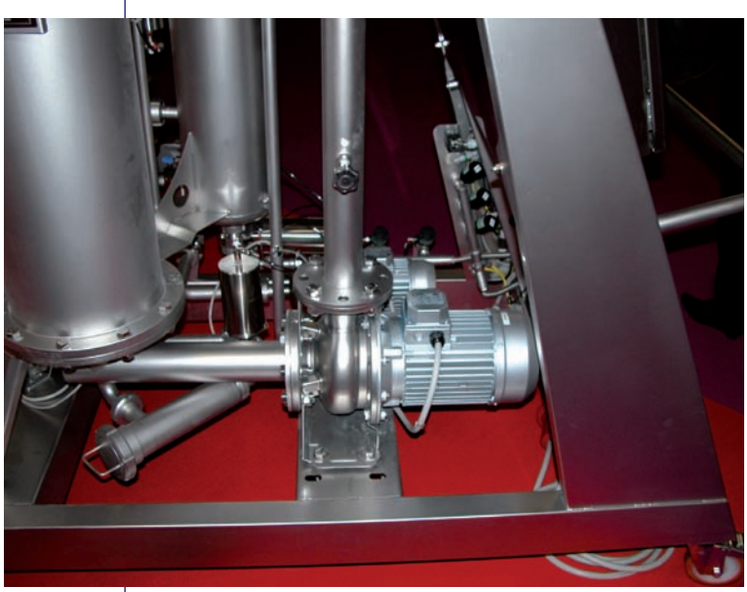
Filtration résiduelle des rétentats et filtration des lies

La filtration tangentielle génère des rétentats, généralement évacués avec les lies. Ces pertes sont variables selon les conceptions (volumes morts, dispositifs de vidange…) et les conditions d'utilisation. Elles sont d'autant plus importantes que le nombre de lots de vin filtré est grand. Ces pertes représentent en général de 0,5 à 2 % des volumes.

Pour limiter ces pertes et donc autoriser un retour sur investissement plus rapide, la tendance actuelle est de refiltrer ces rétentats. Cette filtration secondaire est réalisée selon différents dispositifs :

- utilisation de membranes fibres creuses ou tubulaires spéciales, avec des capillaires ou tubes de diamètres plus élevés,
- utilisation de membranes identiques à celles utilisées pour la première filtration,
- dispositifs continus à deux étages, le premier étant destiné à la filtration du vin brut, le second à la filtration des rétentats.

Grâce à cette filtration secondaire des rétentats, les pertes de vin liées à la filtration sont négligeables : moins de 0,1 % des volumes à filtrer.



J-M. Desseigne, IFV

Pompe de circulation d'un filtre tangentiel

Couplage microfiltration tangentielle et stabilisation tartrique

La microfiltration tangentielle peut être positionnée en amont ou en aval des traitements de stabilisation tartrique des vins.

En amont

Les traitements de stabilisation tartrique par le froid, par stabulation ou en continu, sont favorisés par une clarification préalable des vins, limitant l'effet des colloïdes protecteurs inhibiteurs de la cristallisation. La nécessité de séparer les cristaux formés constitue cependant le point faible de ce schéma de production.

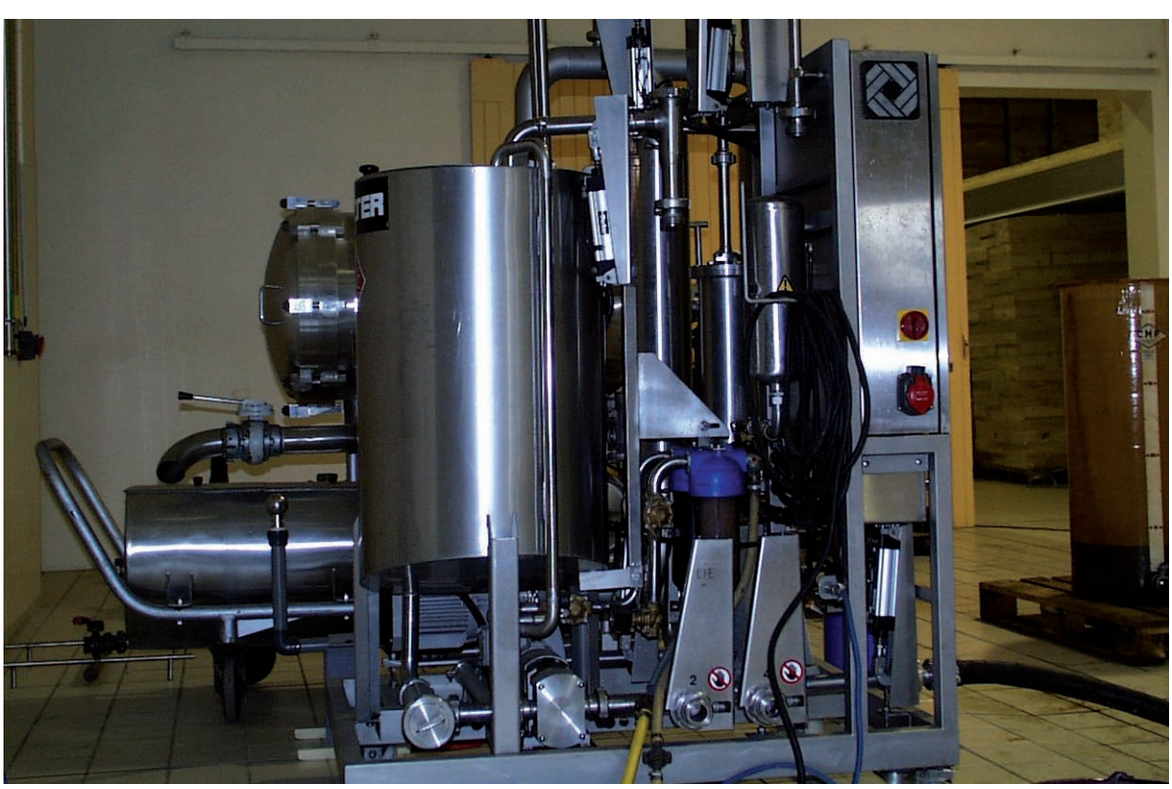
L'association de la microfiltration tangentielle à un traitement d'électrodialyse est fréquemment réalisée. Ce couplage permet d'améliorer les débits de traitement par électrodialyse. Le couplage permet d'obtenir la limpidité, la stabilité microbiologique et tartrique en une seule opération.

E. Vinsonneau, IFV

En aval

La microfiltration tangentielle peut être positionnée en aval de traitements de stabilisation tartrique par stabulation au froid. Les cristaux de tarte ont un caractère très abrasif et peuvent endommager la couche filtrante. Leur séparation doit être réalisée en amont des filtres (hydrocyclones ou autres techniques).

J-M. Desseigne, IFV



E. Vinsonneau, IFV