

MARIE BLACKFORD, CHANGINS - HAUTE ÉCOLE DE VITICULTURE ET ŒNOLOGIE, HES-SO, NYON & AGROSCOPE, NYON

CLAIRE FURET-GAVALLET, LIMING ZENG, CHANGINS - HAUTE ÉCOLE DE VITICULTURE ET ŒNOLOGIE, HES-SO, NYON

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DFR
Agriculture

CHANGINS

LA FILTRATION DES VINS, UNE ÉVOLUTION TECHNIQUE AU COURS DU TEMPS



Photo : O & W.

INTRODUCTION

La filtration est une technique de clarification et de stabilisation qui fait partie intégrante de l'œnologie moderne. Mais comment cette technique a-t-elle évolué au fil des années ? Cet article vise à faire une brève rétrospective de l'évolution des techniques de filtration des vins de l'antiquité à nos jours.

LES PREMIÈRES FILTRATIONS

La filtration est un procédé de séparation liquide-solide. Elle fait passer un liquide à travers un

média poreux, afin de retenir certains éléments solides non souhaités dans le vin.

Dès l'antiquité, des premières traces témoignent de l'utilisation de la filtration pour la clarification des vins¹. Elle était alors réalisée à l'aide de tissus ou de sacs, en laine ou en coton (Figure 1).

Avec l'évolution du commerce au Moyen-Âge, la conservation et la non-altération des vins deviennent des conditions indispensables. Les techniques de collage sont développées en parallèle, avec la découverte des propriétés stabilisantes du blanc d'œuf, des vessies natatoires de poissons ou encore des peaux et cartilages d'animaux (gélamines). Les techniques de filtration de cette époque restent simples et sont basées sur l'écoulement gravitaire au travers de terres ou de tissus filtrants. A cette époque l'ajout d'épices et d'autres intrants dans la recette du vin est courant. Des manches filtrantes, appelées manches d'Hippocrate, initialement développées pour la filtration de l'eau de pluie, sont alors utilisées pour retirer ces intrants, comme en témoigne la Figure 2. Ce n'est qu'au XX^{ème} siècle que la filtration va connaître un réel essor en œnologie.



Fig. 1 : Filtration du temps des Egyptiens.



Fig. 2: Filtration à l'aide d'une « manche d'Hippocrate ».

EVOLUTION INDUSTRIELLE DE LA FILTRATION

Les premiers filtres utilisés en œnologie au début des années 1900 fonctionnaient sur le principe de filtration sur masse filtrante, avec les filtres à manches (Figure 3A). Cet équipement est composé d'une cuve et de plusieurs poches en tissu suspendues en haut de la cuve. L'ensemble de ces poches constitue la surface filtrante qui était ensuite garnie d'une couche de filtration à base de Terre de diatomée, de cellulose ou d'une combinaison de ces matériaux avec de l'amiante (Figure 3D). Le vin passait ensuite au travers de cette couche et les particules y étaient retenues. La couche filtrante était alors souvent rapidement colmatée et il était nécessaire de stopper la filtration afin de refaire une nouvelle couche filtrante. Plusieurs configurations ont été développées, basées sur le même principe, comme les filtres à plateaux ou à manches

plissées qui permettaient d'augmenter la surface de filtration (Figure 3B et 3C).

Au fil du temps, la technique de filtration sur masse filtrante a été progressivement remplacée par la technique d'alluvionnage continu (Figure 4A). Une pré-couche de filtration est formée sur le filtre puis l'adjuvant de filtration est ajouté au vin à filtrer avant son passage dans le filtre, ce qui permet d'avoir un renouvellement constant de la capacité de filtration de la couche filtrante. Les impuretés sont alors réparties dans la masse de filtration et moins en surface. Cette technique a permis d'allonger les cycles de filtration et de rendre la filtration plus efficace. Différents équipements ont été développés pour garantir la formation de la pré-couche, l'alluvionnage et le débatissage de la pré-couche (nettoyage et récupération des terres de filtration) sans avoir à ouvrir le filtre. Récemment, pour les filtres presses et à alluvionnage continu, des adjuvants de filtration biosourcés, régénérables ou réutilisables ont fait l'objet de travaux de recherche notamment en France. Des particules de plastique biosourcé (Rilsan®) ont été testées et ont montré des résultats intéressants pour la clarification des vins² et la filtration des lies³. Encore au stade expérimental, ces alternatives sont prometteuses. Enfin, de nouveaux adjuvants dit « techniques » ont également été développés : des fibres végétales, sous forme de poudre brune, permettent de réduire la teneur en ochratoxine A et les résidus de produits phytosanitaires dans les moûts et vins. Cette pratique est autorisée par l'OIV depuis 2019⁴. En parallèle de la filtration avec alluvionnage, les plaques de filtration ont fait leur apparition parmi les différents médias (Figure 4B). Elles sont encore largement utilisées aujourd'hui. Issus de l'univers brassicole, leur évolution a été constante et des récents développements témoignent de l'intérêt tou-



A



B



C



D

Fig. 3 : Développement d'équipements industriels pour la filtration de vins (source : Revue de viticulture : organe de l'agriculture des régions viticoles).

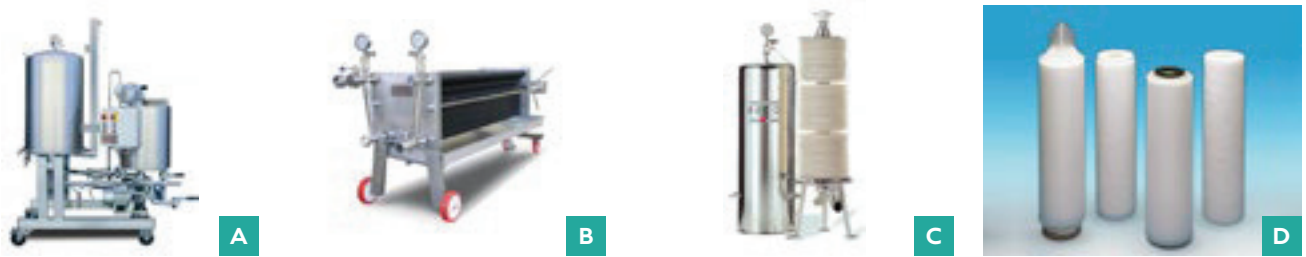


Fig. 4 : Différents équipements de filtration des vins. **A :** filtre à alluvionnage continu (source : Matévi France) ; **B :** filtre à plaques (source : Spadoni Meccanica) ; **C :** filtre lenticulaire (source : Schiele vinicole) ; **D :** cartouche de pré-filtration (source : Pall).

jours présent pour cette technique. Au départ, les plaques étaient constituées de cellulose et d'amiante. Différentes quantités d'amiante permettaient de moduler la capacité de filtration de la plaque. Après l'interdiction de l'amiante dans les années 1970, la composition des plaques a été changée : les plaques sont alors constituées de cellulose, terre de diatomée et/ou de perlite, liées à des résines afin de leur donner une charge dans le but d'imiter celle de l'amiante.

Les modules lenticulaires sont une évolution de la filtration sur plaques, via un système plus facile d'utilisation et plus fermé (Figure 3C). La durée de vie des modules est prolongée par rapport à celle des plaques car ils peuvent être nettoyés et stockés en place après utilisation.

L'utilisation des plaques de filtration a également évolué ces dernières années avec l'apparition de plaques dites « techniques » utilisées dans le but d'éliminer certains composés. C'est le cas notamment des plaques Fibrafix® TX-R de la marque Filtrox qui permettent d'éliminer le TCA (2, 4, 6-trichloroanisole) et le TBA (2, 4, 6-tribromoanisole), responsables du goût de bouchon dans les vins⁵.

Un autre type de média filtrant qui est apparu avec le développement de la filtration industrielle est la cartouche, ou carter, de pré-filtration constituée de plusieurs couches de fibres polymères non-tissés (Figure 3D). Ces fibres orientées au hasard forment une structure poreuse irrégulière, la superposition des couches de fibres provoquant un rétrécisse-

ment des pores vers l'intérieur. Ces couches peuvent être plissées pour augmenter la surface de filtration et ralentir le colmatage. Elles permettent de réaliser des pré-filtrations particulières avec un seuil de rétention entre 25 et 1 µm. Des recherches récentes, avec pour objectif de réduire la taille des fibres et ainsi d'abaisser le seuil de rétention de ce type de média, n'ont pour l'instant pas donné de résultats suffisamment intéressants².

Les différents filtres décrits précédemment sont basés sur un mode de filtration frontale. Le liquide à filtrer est amené perpendiculairement à la surface de filtration. Les particules à éliminer s'accumulent sur et/ou dans le filtre causant une diminution du débit au cours du temps (Figure 5).

DÉVELOPPEMENT DE LA FILTRATION MEMBRANAIRE

Avec le développement de la filtration industrielle dans différents domaines, de nouveaux médias ont été développés : les membranes de filtration. Elles sont symétriques si composées d'un même matériau avec une porosité uniforme sur toute l'épaisseur du média, ou asymétriques si la porosité varie en fonction de l'épaisseur. Dans le cas des membranes asymétriques, deux parties peuvent être distinguées : le support et la couche active (responsable de la filtration). Les membranes utilisées sont inorganiques ou organiques selon le matériau qui les compose.

En filtration frontale, les membranes organiques, formées à partir de polymères synthétiques ou naturels variés (polyether sulfone, polysulfone, polyamide, polyfluorures vinyliques...), sont principalement utilisées. Elles sont généralement installées dans des cartouches de filtration (Figure 6) et permettent de réaliser des filtrations finales en amont de la ligne d'embouteillage ; à ne pas confondre avec les cartouches de pré-filtration mentionnées précédemment. Les membranes de filtration peuvent également être utilisées en filtration tangentielle.

APPARITION DE LA FILTRATION TANGENTIELLE

Les techniques de filtration tangentielle, issues des industries de la chimie et de la pharmacie, ont été

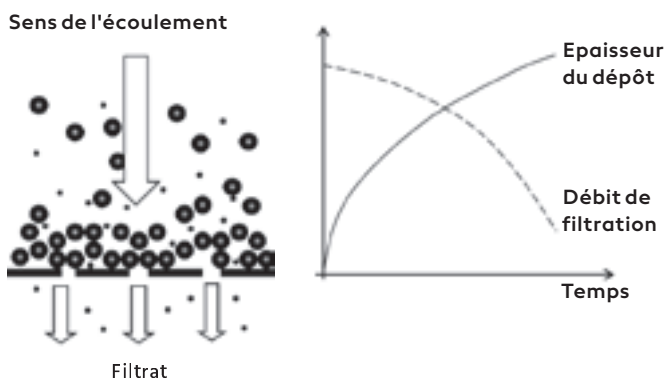


Fig. 5 : Principe de filtration frontale.

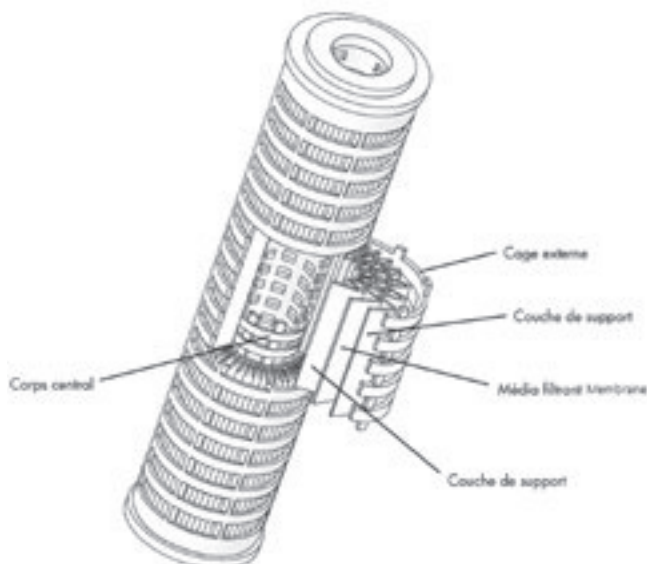


Fig. 6 : Structure d'une cartouche de filtration membranaire (source : Merk Millipore).

largement étudiées pour des applications en œnologie dans les années 1980. Pendant cette filtration, le liquide à filtrer circule parallèlement au média filtrant (Figure 7). L'agitation et les turbulences provoquées par l'écoulement permettent de prévenir l'accumulation de matière à la surface de la membrane. De plus, grâce aux rétrofiltrations au cours du cycle, la diminution de débit est nettement ralentie dans le temps.

Les membranes utilisées existent avec différents diamètres et formes de canaux pour faciliter le traitement des liquides à différents niveaux de charges : des bourbes, des lies, des vins chargés et des vins clarifiés.

En œnologie, les membranes organiques sont principalement utilisées sous forme de capillaires (Figure 8). Ces membranes ont une tenue limitée en termes de température et de pH par rapport aux membranes inorganiques. Cependant, elles offrent des avantages de forte compacité et de plus faibles coûts.

Les membranes inorganiques (dites minérales ou céramiques) ont une place importante dans l'industrie agro-alimentaire, car elles supportent

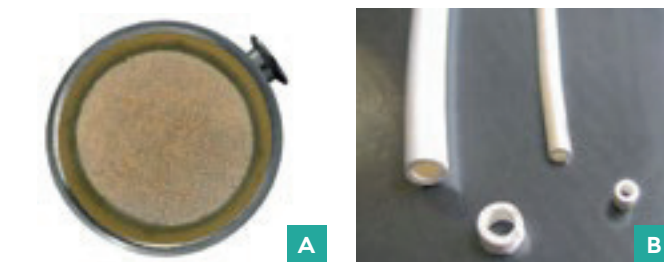


Fig. 8 : Membranes organiques de filtration tangentielle. A : Module à fibres creuses ; B : fibres de différents diamètres (source : Bucher Vaslin).

mieux les conditions de nettoyage et de stérilisation. Généralement multicanaux, elles sont constituées de céramiques poreuses : oxyde d'alumine ou oxyde de zirconium (Figure 9).

Dans les années 1980, des membranes métalliques en inox fritté ont été testées pour filtrer différents vins blancs, rosés et rouges. Elles présentaient des résultats concluants mais restent finalement peu utilisés en œnologie, peut-être en raison d'une application uniquement sur des liquides ayant une turbidité inférieure à 50 NTU⁶.

Dans l'ensemble, les équipements de filtration tangentielle se sont largement développés et les industriels proposent maintenant des équipements automatiques ou semi-automatiques, faciles d'utilisation, qui permettent de faire des cycles de filtration longs avec des efficacités de filtration constante, offrant un confort d'utilisation pour le personnel de cave.

De nouvelles membranes sont également à l'étude, comme les membranes Crystar® FT250 développée par St Gobain, en carbure de silicium (SiC), avec comme objectif d'augmenter les débits de filtration en réduisant les phénomènes de colmatage⁷.

Un nouveau type de filtration est aussi en cours de développement et d'utilisation. Il s'agit de la filtration dynamique pour filtrer des vins mais aussi des liquides très chargés comme les lies, qui peuvent représenter entre 3 et 5% du volume des caves. La filtration dynamique est déjà utilisée à grande échelle depuis une vingtaine d'années dans d'autres industries comme le lait, le fromage, la bière et les jus de fruits^{8,9,10}. C'est une filtration tangentielle à laquelle ont été ajoutées une rotation et une vibration des membranes filtrantes¹¹. Ces mouvements permettent de limiter le colmatage, engendrant une diminution de la pression transmembranaire et un cycle de filtration allongé (plus de 48 heures sans interruption) et sans arrêt de net-

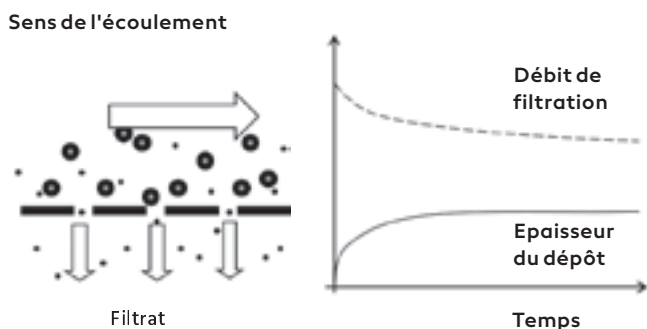


Fig. 7 : Principe de filtration tangentielle.



Fig. 8 : Différents types de membranes céramiques en fonction de leur utilisation (source : IFV Occitanie).

toyage. Le premier modèle industriel commercialisé de filtration dynamique en œnologie, avec une membrane céramique, est *Dynamos*, développé et breveté par la société italienne *TMCI Padovan* au début des années 2010. Il est distribué également sous le nom de *Filtr'activ D* par *Pera Pellenc Oenoprocess*¹². Des membranes organiques pour ce type de filtration sont à l'étude¹³, pour l'instant sans application industrielle connue. Il serait intéressant de réaliser une étude sur la performance de filtration du modèle industriel disponible pour les caves suisses, dans l'objectif de remplacer petit à petit les terres de filtration, déchets polluants et difficilement valorisables.

CONCLUSION

Ainsi, pour garantir un vin clair, limpide et stable dans le temps, différents procédés de filtration se sont largement développés au cours du temps et encore aujourd'hui. Inspirés des domaines de l'agroalimentaire et de la chimie, les techniques ont été adaptées pour répondre aux besoins de la filière viticole, notamment pour limiter l'impact sur les qualités organoleptiques des vins et garantir de bons débits de filtration en limitant le colmatage. Actuellement, différentes techniques de filtration sont à disposition des vignerons. La décision du média et de l'équipement à utiliser doit être un choix raisonné, en respectant les cahiers de charges spécifiques.

Remerciements

Les auteurs remercient *Laurent Amiet* et *Julie Fuchs* pour la relecture de cet article. 🍷

Bibliographie

- 1 Tallet, P., Une boisson destinée aux élites : le vin en Égypte ancienne in 18^{ème} colloque de la Villa Kérylos 2008, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres Beaulieu-sur-Mer. 19 : p. 39-51
- 2 Blackford, M., Étude de nouveaux media granulaires et non tissés pour la filtration du vin. 2017. p. 271.
- 3 Breniaux, M., et al., Innovative regenerable polyamide particles as new filter aids for wine lees filtration. *OENO One*, 2021. 55(4) : p. 197-208.
- 4 Lempereur V., et al., Fibres végétales sélectives : nouvelle pratique œnologique de réduction des résidus de produits phytosanitaires dans les vins, *Revue des Œnologues*, Octobre 2017, 165 : p. 56-58.
- 5 Filtrox, Fibrafix TX-R filter sheets containing zeolite for TCA and TBA removal. 2018, Filtrox. https://www.filtrox.com/wp-content/uploads/2018/07/FIBRAFIX-TX-R_03_2017_E.pdf.
- 6 Romat H., Descout JJ., Utilisation de membranes de métal fritté d'inox de seconde génération pour la filtration des vins, *Revue des Œnologues* 2002. 103 : p. 27-29.
- 7 Trevisan, M., R. Ghidossi, and P. Moulin, Silicon carbide (SiC) membranes in œnology. *Separation and Purification Technology*, Février 2022. 284 : p. 120276.
- 8 L.H. Ding, O. Akoum, A. Abraham, M.Y. Jaffrin, High shear skim milk ultrafiltration using rotating disk filtration systems. *AIChE J*, 2003. 49 : p. 2433-2441.
- 9 L. Fillaudeau, B. Boissier, A. Moreau, P. Blanpain-Avet, S. Ermolaev, N. Jitariouk, A. Gourdon, Investigation of rotating and vibrating filtration for clarification of rough beer. *J. Food Eng*, 2007. 80(1) : p. 206-217.
- 10 Z. Zhu, J. Luo, L. Ding, O. Bals, M.Y. Jaffrin, E. Vorobiev, Chicory juice clarification by membrane filtration using rotating disk module. *J. Food Eng*, 2013. 115(2) : p. 264-271.
- 11 Jaffrin MY. Dynamic shear-enhanced membrane filtration: a review of rotating disks, rotating membranes and vibrating systems. *Journal of Membrane Science*, 2008. 324 (7) : p25.
- 12 Vitisphere, «Pera Pellenc veut filtrer tous les moûts et vins», Octobre 2021, <https://www.vitisphere.com/actualite-95126-pera-pellenc-veut-filtrer-tous-les-mouts-et-vins.html>.
- 13 El Rayess Y., et al., La filtration dynamique : un nouveau concept pour la filtration des vins chargés en particules. *Revue des œnologues*, Avril 2018. 167 : p. 26-29.