



Matinées techniques
Compte rendu

La préparation à la
mise en bouteilles
Jeudi 4 juillet 2019

Table des matières

I.	Collage, filtration ... ou rien du tout ?	5
1.	Les effets du collage et de la filtration	5
2.	Dans quelles conditions est-il possible de se passer de collage et de filtration ?.....	5
II.	Collage, filtration ... quoi de neuf ?	7
1.	Que peut apporter une filtration ?.....	7
2.	Comment obtenir une filtration réussie ?.....	7
3.	Définition des objectifs de filtration.....	7
4.	Les différentes techniques de filtration	7
5.	Autres paramètres dont il faut tenir compte.....	9
6.	<i>Contrôles au cours de la filtration</i>	9
III.	Clarification et filtration des vins – Incidence sur la qualité	10
1.	Composition du vin.....	10
2.	Définitions de la turbidité et de la filtrabilité.....	11
3.	La clarification	13
4.	Colmatage et surfiltration	14
5.	Les conséquences d’une mauvaise clarification.....	15
6.	Quelques informations sur le collage.....	16
7.	Quelques informations sur la filtration	16
8.	Stabilité phénolique des vins rouges.....	17
9.	Réglementations à l’export	18
10.	Les exigences vis-à-vis des prestataires	19
	Table des tableaux.....	21
	Table des figures.....	21
	Annexe I. Référentiel filtrabilité couple vin – matériau.....	22

I. Collage, filtration ... ou rien du tout ?

Éric GRANDJEAN, Œnologue – Centre Œnologique de Bourgogne - Beaune

C'est une problématique déjà ancienne, surtout pour la filtration. Elle souvent est associée aux questionnements sur la réduction de doses de soufre.

D'après certains médias, « l'absence de filtration est devenue un réel argument commercial » (Bourgogne Aujourd'hui, 2002). Pour certains spécialistes comme Hervé ROMAT, une filtration bien menée n'est pas néfaste pour le vin et son équilibre.

1. Les effets du collage et de la filtration

Tableau 1. Effets du collage et de la filtration

	VINS	COLLAGE	FILTRATION
RISQUES microbiologiques	Levures Brettanomyces	+	++
	Bactéries lactiques	+	++
	Bactéries acétiques	+	++
Risques « physiques »- « casses »	Protéines	+++	-
	Tartre	-	-
	Matière colorante	+	-
	Fer/cuivre	+	-
	Oxydation	+	?
Clarification		+	+++
Amélioration gustative		+/-	+/-

La filtration a un rôle essentiel dans la maîtrise des risques biologiques dans le vin, donc dans sa stabilisation, notamment pour les vins rouges. Elle agit aussi très fortement sur la clarification des vins.

Le collage permet une régulation des « risques physiques » et des « casses ».

2. Dans quelles conditions est-il possible de se passer de collage et de filtration ?

Pour les vins blancs, le collage n'est pas indispensable sauf si :

- Il y a un risque de casse protéique,
- Les quantités de fer et de cuivre sont importantes,
- Une amélioration gustative est souhaitée.

L'absence de filtration, quant à elle, reste difficile.

Tableau 2. Conditions dans lesquelles le collage et la filtration ne sont pas indispensables

VINS BLANCS	Techniquement	VINS ROUGES
-Sucre < 0,5 g/l -fer < 5 mg/l -cuivre < 0,3 mg/l -stabilité tartrique et protéique -turbidité < 2,0 NTU -dégustation ok		-Sucre < 0,5 g/l -Turbidité < 5 NTU -Microbiologie: Élevage bien maîtrisé 10 à 100 germes/ml -dégustation ok -température de conservation <14°C
Troubles ou précipités mal vécus	Consommateurs??	Troubles et précipités plus acceptés chez les consommateurs avertis
Exigences commerciales		

Pour les vins rouges, il est possible de se passer de collage et de filtration, sauf s'il y a un risque de contamination microbologique ou un problème de limpidité (>7-8 NTU). Il faut rester vigilant sur la température de conservation, en particulier sur le respect de la chaîne du froid jusqu'à la consommation du vin. Une température supérieure à 14°C induit un danger de contamination microbologique non négligeable.

Tableau 3. Qualité de la stabilisation d'un vin sec en fonction de sa charge microbologique

Nombre de germes vivants /ml	Qualité de stabilisation
100 000	Vin présentant un trouble ou un dépôt microbien : inacceptable
100 à 10 000	Vin limpide à brillant : mais instable : risque important d'altération microbienne
10 à 100	Vin brillant : acceptable dans le cas d'un circuit court
Inférieur à 2	Vin dit « pauvre en germes » : bonne mise en bouteilles pour le marché intérieur et l'exportation
Inférieur à 0.1 (soit 75 germes par bouteille)	Norme très stricte parfois exigée à l'exportation

Même si le vin non collé et non filtré est « stable d'un point de vue technique », il faut rester à l'écoute des exigences des consommateurs. Par exemple, certaines personnes ne seront pas prêtes à consommer un vin ayant un dépôt dans le fond de la bouteille.

L'absence de filtration et de sulfitage présente un risque pour le vin, quel que soit l'état de ses paramètres physico-chimiques et microbiologiques.

II. Collage, filtration ... quoi de neuf ?

Antoine LARDY, Ingénieur Agronome – Œnologue, Laboratoires ZAEGEL – Morey-Saint-Denis

La filtration n'est pas toujours nécessaire mais doit toujours être envisagée.

1. Que peut apporter une filtration ?

La filtration a plusieurs rôles sur le vin :

- Amélioration des caractères organoleptiques : réduction légère, netteté aromatique, précision des vins, amélioration de la perception des tanins.
- Clarification : maîtrise des dépôts et gain en brillance du vin
- Stabilisation microbiologique : élimination des levures et bactéries lactiques.

2. Comment obtenir une filtration réussie ?

Quatre points sont essentiels pour obtenir une filtration réussie :

- Les objectifs de filtration doivent être bien définis,
- La technique de filtration doit être adaptée au vin,
- Le choix du média filtrant doit être adapté au vin,
- La mise en œuvre de la filtration doit être maîtrisée.

3. Définition des objectifs de filtration

Vis-à-vis de la turbidité souhaitée du vin

Objectif	Turbidité	Filtration
0 dépôt	< 1-2 NTU	Serrée
Faible dépôt	< 7 NTU	Clarifiante
Dépôt	< 14 NTU	Dégrossissante
Non-intervention	-	Non-filtration

Vis-à-vis de la stabilité microbiologique du vin

Facteur de risque	Filtration
Sucres résiduels	0,65 à 1µm absolu
Brettanomyces	1µm absolu
FML partielle	0,45 à 0,65µm absolu

4. Les différentes techniques de filtration

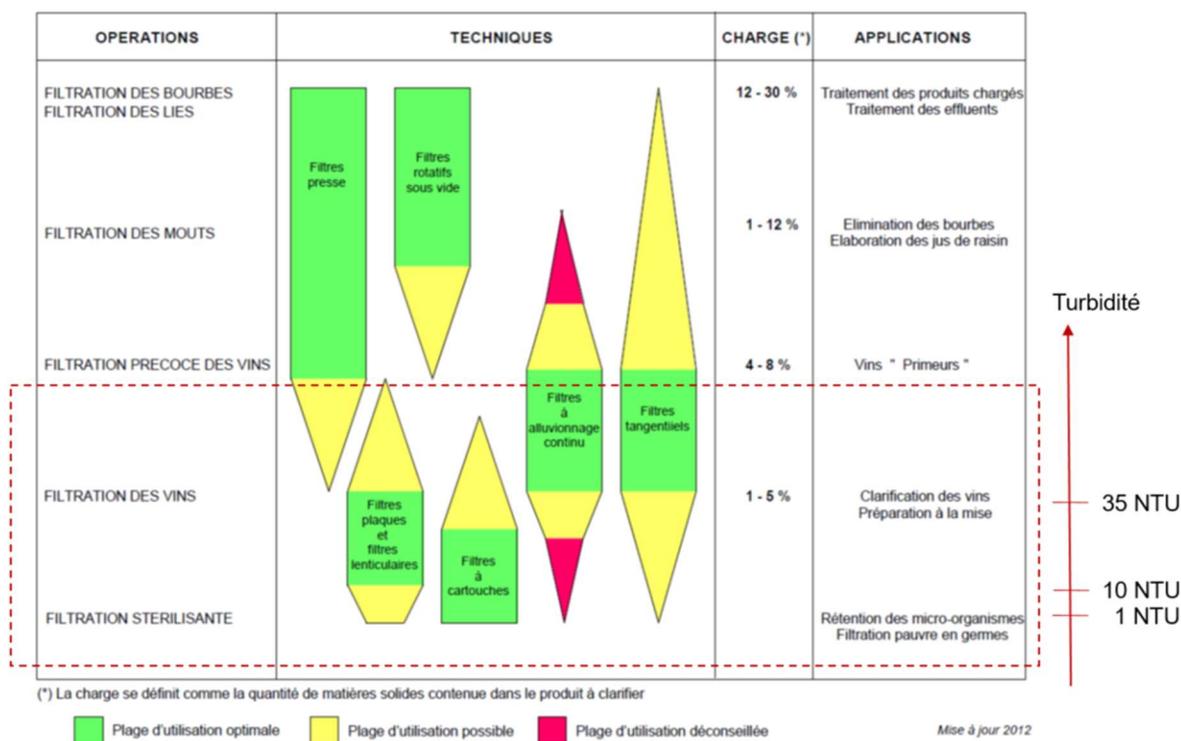
Filtration en profondeur :

- Alluvionnage (kieselguhr),
- Sur plaques,
- Sur module lenticulaire,
- Sur cartouche profondeur.

Filtration stérilisante : filtration sur cartouche membrane testable.

Tableau 4. Les différentes filtrations : avantages et inconvénients

Type de filtration	Fonctionnement	Avantages	Inconvénients
Alluvionnage	Le matériau filtrant est apporté en permanence en mélange avec le produit à filtrer	<ul style="list-style-type: none"> • Coût du média filtrant • Volumes importants • Adapté au vin chargé • Débits importants 	<ul style="list-style-type: none"> • Pertes importantes • Apport d'oxygène ++ • Mise en œuvre délicate • Assèchement des vins (le kieselguhr retient les colloïdes)
Plaques	Adapter le nombre de plaques filtrantes dans le filtre au vin à filtrer Les plaques doivent être affranchies avant utilisation	Mise en œuvre simple Adaptation au niveau de charge ++ Débit moyen Coût moyen	Pertes importantes Possibilité de relargage si le système n'est pas adapté au vin Possibilité de modification du profil de rétention si le système n'est pas adapté au vin Système ouvert
Plaques OD	Idem que sur plaques mais le filtre est sans joint, le serrage est pneumatique	Idem + Système clos, inerte	Pertes moyennes Possibilité de relargage Possibilité de modification du profil de rétention Investissement élevé
Module lenticulaire	Un ou plusieurs modules dans un filtre clos, inerte	Mise en œuvre simple Possibilité de s'adapter à différents niveaux de charge du vin Débit moyen Coût moyen Inertage possible	Pertes conséquentes Possibilité de relargage Possibilité de modification du profil de rétention au cours de filtration
Cartouche profondeur	Une à plusieurs cartouches dans un filtre clos	Mise en œuvre simple Très peu de pertes Inerte	Que pour vins à faible turbidité (<10 NTU) Possibilité de relargage Possibilité de modification du profil de rétention au cours de filtration Faible capacité de rétention des troubles
Cartouche membrane	Une à plusieurs cartouches dans un filtre clos	Mise en œuvre simple Très peu de pertes Inertage possible Très grande efficacité de rétention	Que pour vins à faible turbidité Possibilité de relargage Possibilité de modification du profil de rétention au cours de filtration



Source : d'après [Matevi](#)

Figure 1. Indications des différentes filtrations

Il est préférable de réaliser des essais en laboratoire avant de réaliser la filtration sur vin : cela permet de déterminer le média filtrant le mieux adapté au vin sans risque de surfiltration.

5. Autres paramètres dont il faut tenir compte

Le choix de la pompe du système est important. Il se fait en fonction de :

- Débit souhaité,
- Les hauteurs et la longueur du circuit,
- Du média filtrant sélectionné.

L'eau utilisée lors de la filtration doit être adoucie (les minéraux sont très colmatants pour les filtres), déchlorée (évite les biofilms) et filtrée ; les gaz doivent être de qualité alimentaire.

6. Contrôles au cours de la filtration

- Turbidité
- Débit et pression avant et après le filtre (phénomènes de colmatage)
- Oxygène dissous

III. Clarification et filtration des vins – Incidence sur la qualité

Hervé ROMAT, Consultant en Œnologie et Viticulture, Audit et Formation – Bordeaux

1. Composition du vin

Le vin est un liquide complexe composé de deux fractions : la fraction particulaire ($> 0.1\mu\text{m}$) et la fraction colloïdale ($< 0.1\mu\text{m}$). La proportion de ces deux fractions conditionne la clarification et la filtrabilité.

La Fraction particulaire

Elle est constituée de particules solides qui sont définies physiquement et dont la taille est $> 0,1\mu\text{m}$. Ces particules sont responsables du trouble mesuré par la turbidité (NTU) et cette fraction n'est pas forcément aussi stable que l'on peut penser, car il y a des phénomènes d'agglomération.

$> 50\mu\text{m}$	Débris végétaux, amas floculats divers
$10 < < 50\mu\text{m}$	Cristaux, débris divers
$1,5 < < 10\mu\text{m}$	Levures, précipités
$0,5 < < 1,5\mu\text{m}$	Bactéries particules amorphes

Figure 2. Les différentes particules du vin (d'après E. Peynaud)

La baisse de la turbidité, par élimination d'une partie de la fraction particulaire, peut se faire par différentes manières : directement par sédimentation/soutirage (ou éventuellement par centrifugation) et filtration, mais aussi indirectement par collage, addition d'enzymes ou passage au froid.

La fraction colloïdale

Elle est constituée de molécules ($< 0,1\mu\text{m}$) dont la structure est évolutive en fonction du temps, du pH (diminution de la taille de certains polysaccharides par hydrolyse acide), de l'oxydo-réduction, de la température (un froid entraînant un phénomène d'agglomération) et de certains intrants œnologiques comme les enzymes. La mesure de leur taille ne se fait pas en μm mais en kDa (kiloDalton : représente leur poids moléculaire), qui est une unité de poids et non de taille. Cette fraction colloïdale n'est pas mesurable par la turbidité mais seulement caractérisée par la mesure de la filtrabilité.

Cette fraction colloïdale est principalement composée de :

- Pectine : issue du raisin, elle est normalement éliminée/dégradée lors des opérations de débouillage en Blanc, ou d'élevage en Blanc et en Rouge,
- Glucanes : issues de Botrytis ou de levures. Les glucanes sont très colmatantes
- Mannoprotéines : majoritairement apportées par les levures mais aussi présentes dans le raisin. Elles ne sont pas très colmatantes mais sont très facilement éliminées avec une filtration fine ($\leq 1.2\mu\text{m}$)
Elles participent à la stabilisation tartrique et de la matière colorante.
- Polysaccharides neutres : environ la moitié des polysaccharides du vin
- Polysaccharides acides : certaines de ces molécules sont très colmatantes et non hydrolysables par les enzymes pectolytiques.

- Colloïdes polyphénoliques : association des tannins avec diverses molécules (polysaccharides, protéines, fer)

Une partie de cette fraction colloïdale est considérée comme non qualitative dans le vin (glucanes de Botrytis), alors qu'une autre telle que certains polysaccharides et les mannoprotéines sont très importantes gustativement et pour la meilleure stabilité du vin. Ces molécules participent en particulier à la structure, densité et longueur du vin. Si le vin est trop/mal filtré et qu'une trop grande partie de ces particules est éliminées, il s'en trouvera déprécié.

Les actions œnologiques pouvant avoir un effet sur cette fraction colloïdale sont les suivants :

- Les enzymes pectolytiques : dégradent la pectine qui est un colloïde très colmatant, et qui peut se retrouver dans les vins (Rouges et Blancs) même après des élevages assez longs,
- Les enzymes pectolytiques enrichies en β -glucanase : dégradent plus ou moins complètement les glucanes de Botrytis et de la levure en fonction de leur concentration,
- Le collage : élimine en particulier la fraction colloïdale instable des polyphénols et permet la stabilisation de la matière colorante. Par ailleurs, le collage permet une diminution de la charge microbiologique (plus levures que bactéries), et généralement aussi une amélioration gustative, ainsi qu'une meilleure préparation du vin à la filtration pour améliorer la filtrabilité,
- La stabulation à froid : entraîne des précipitations tartriques, de matière colorante instable ainsi que certains colloïdes qui s'agglomèrent.

Ces intrants sont une aide à la clarification des vins et permettent de diminuer le nombre de filtrations.

Remarques :

Les produits de collages, pouvant être allergènes, sont éliminés lors du soutirage de collage, et leurs concentrations sont donc normalement inférieures aux normes. Leur mention d'étiquetage n'est obligatoire qu'en cas de non analyse. En France, l'indication des résidus de lait et d'œuf est obligatoire si des résidus sont retrouvés dans le produit final, dans une limite de détection de 0.25 mg/L.

La composition et la proportion de ces deux fractions sont très variables et multifactorielles : terroir, millésime, maturité, type de vinification, type d'élevage... et la filtrabilité en est donc dépendante.

La difficulté de la filtration est dans l'optimisation de la rétention particulaire tout en conservant la constitution colloïdale du vin. Ainsi, pour améliorer la filtrabilité d'une manière efficace, il faudra essayer d'éliminer les colloïdes colmatants non qualitatifs, pour mieux retenir la fraction particulaire, tout en protégeant la fraction colloïdale qualitative.

2. Définitions de la turbidité et de la filtrabilité

La turbidité

La mesure de la turbidité d'un liquide utilise le principe de la diffraction d'une onde lumineuse incidente sur une particule en suspension. La turbidité mesurée par la majorité des turbidimètres ne tient compte que des particules $> 0,1 \mu\text{m}$. C'est-à-dire que la fraction colloïdale n'est pas incluse dans ces mesures, et donc la turbidité ne mesure pas le potentiel de colmatage (qui est plutôt colloïdal pour des turbidités $< 50 \text{ NTU}$).

De plus, la sensibilité de l'appréciation visuelle de la turbidité est dépendante de la couleur bleue (mesurée par la DO620). La mesure de la turbidité est un outil important mais qui reste une approche très grossière.

La filtrabilité

La mesure de la filtrabilité consiste en la détermination du caractère colmatant d'un vin en vue du choix de l'itinéraire technique de préparation à la mise en bouteille et de la filtration les plus pertinents.

La filtrabilité d'un vin est approchée à l'aide de plusieurs indices :

- Indice de Colmatage : il n'est pertinent que pour des turbidités < 3 NTU. Il consiste en la mesure de la différence de temps de passage de 200 mL et 400 mL de vin sous une pression de 2 bars à travers une membrane (diamètre de pore : 0.65 µm). Il est estimé que la filtration sur membrane dite « 0.65 µm » se déroulera sans encombre si le vin a un IC < 20-30. Pour les autres membranes et préfiltres, il n'y a pas de corrélation directe.
- Volume maximum filtrable V_{max} : il n'est pertinent que pour des turbidités < 3 NTU. Il est fonction des volumes filtrés V₁ et V₂ après respectivement 2 et 5 minutes de passage du vin au travers d'une membrane (diamètre de pore : 0.65 µm) sous une pression de 1 bar. Il est estimé que le colmatage de la membrane dite « 0.65 µm » est rapide si V_{max} < 4 000 et il est lent si V_{max} > 5 000.

Remarque : L'interprétation ne sera vraiment fiable qu'en utilisant les mêmes matériaux en test laboratoire et en filtration pratique.

- Coefficient de Colmatage : il s'utilise sur une large plage de turbidités < 50 NTU. L'intérêt de ce test est donc de pouvoir mesurer la filtrabilité avant la préparation du vin à l'embouteillage et donc de pouvoir en déterminer les actions les plus pertinentes. Il est issu d'une mesure des volumes toutes les 10 secondes pendant 2 minutes écoulées au travers de différentes membranes en fonction de la turbidité.
- Interprétation CFLA (Critères de Filtration Lamothe-Abiet) : Ces critères sont des préconisations d'utilisation de filtrations, issues du Coefficient de Colmatage, résumées dans un tableau. (Annexe I. Référentiel filtrabilité couple vin – matériau)

La viscosité des vins et l'influence de la température

D'après des essais réalisés par H. ROMAT, l'augmentation de la viscosité peut augmenter jusqu'à 80% en passant de 20°C à 4°C.

Les conséquences sont multiples :

- Perte d'homogénéité dans les cuves (modification de la sédimentation naturelle) : même si le froid est favorable à la floculation, il y aura présence d'un fort gradient de turbidité et donc de composition du vin. C'est pourquoi il est indispensable de soutirer ou d'homogénéiser les cuves avant les assemblages.
- Sur les pratiques additives : plus la viscosité sera importante, plus le mélange de certains produits œnologiques aux vins sera difficile, pouvant alors induire une hétérogénéité (du SO₂, par exemple et des produits œnologiques en général).
- Sur la stabilité des vins et les phénomènes colloïdaux : les températures basses entraînent une modification de la constitution colloïdale par la formation d'agrégats pouvant aller jusqu'à la précipitation (par exemple : précipitation tartrique et/ou de matière colorante associée à de gros colloïdes).

Remarque : une baisse de température de 10°C diminue la filtrabilité de plus de 2 fois.

Quelles en sont les conséquences sur la filtrabilité d'un vin ?

Les résultats sont fonction de la turbidité initiale et du type de vin (blanc, rouge, liquoreux).

La filtrabilité est affectée en fonction de l'abaissement de la température. Ce phénomène est d'autant plus présent que le vin présente une turbidité de départ élevée.

La fraction colloïdale joue un rôle important sur la viscosité du vin.

Un vin ayant une forte viscosité (>2.75 mPa.s) et/ou une forte turbidité (> 15NTU) devra préférentiellement être filtré à une température > 15°C pour éviter une rétention trop importante de macromolécules et une modification de sa structure.

Il est possible de considérer qu'une baisse de la filtrabilité <25% ne remet pas la filtration en cause. En revanche, au-delà de 30%, il est nécessaire de changer au moins un des paramètres du système (matériau filtrant, baisse de débit, augmentation de la température...) pour éviter un phénomène de colmatage précoce.

L'Indice Œnologique de Filtration (ICEF)

C'est un bon outil d'aide à la décision à la filtration, notamment lorsque les vins ont une turbidité > 2 NTU et une filtrabilité CFLA > 10

Il est défini par la formule suivante :

$$\text{ICEF} = \text{filtrabilité} / \text{turbidité}$$

avec :

- filtrabilité : CC ou CFLA ($10^{-5} \cdot \text{s/l}^2$),
- turbidité : NTU

Application de l' ICEF

- Si ICEF < 3 : c'est la fraction particulaire qui influencera en grande majorité la filtrabilité du vin. La baisse de la turbidité sera facile et la rétention des particules sera bonne → peu de risque de colmatage
- Si 3 < ICEF < 5 : la proportion de la fraction particulaire est semblable à celle de la fraction colloïdale. Il faut donc rester vigilant au risque d'occupation des sites de rétention par cette fraction colloïdale. Des traitements œnologiques de clarification peuvent être envisagés pour une meilleure filtrabilité du vin sans le dénaturer
- Si ICEF > 5 : la filtrabilité est principalement définie par la fraction colloïdale. Les opérations œnologiques et/ou technologiques de modification de cette fraction colloïdale sont indispensables pour obtenir une baisse de la turbidité avant filtration. Sinon, le risque de surfiltration est élevé et les conséquences structurelles et organoleptiques peuvent être dommageables.

Ainsi, cet indice permet d'adapter les itinéraires techniques avant filtration en fonction de la composition du vin. Pour que ces opérations soient efficaces, la bonne réalisation des tests de filtrabilité et essais de collages sont de rigueur.

3. La clarification

Les opérations de clarifications apportent brillance et limpidité recherchées dans les vins. L'objectif de la clarification est d'éliminer une partie de la fraction particulaire mais de conserver la fraction colloïdale qualitative, très importante dans la structure du vin, son appréciation et la stabilité du vin.

Elle est de plusieurs ordres :

- Augmentation de la limpidité naturelle. La baisse de la turbidité se fait avec le temps. La clarification naturelle est la meilleure méthode mais elle est très variable et dépendante de la composition du vin. Elle est assez efficace pour les grosses particules (> 10 µm), mais elle est plus difficile pour les petites particules (< 3 µm).

- Elle peut être réalisée de manière indirecte par collage, ajout d'enzymes pectolytiques ou par action du froid.

L'objectif de la clarification est d'éliminer la fraction particulaire mais de conserver la fraction colloïdale quantitative, très importante dans l'expression et la structure du vin.

Les facteurs influençant la clarification :

- Origine naturelle :
 - o Particules : taille, quantité et nature
 - o Colloïdes : nature, quantité. L'ensemble des colloïdes peuvent former un « maillage » qui ralentit voire empêche la sédimentation de certaines particules (levures et bactéries). Dans certains cas, des températures froides (<4°C) peuvent favoriser la précipitation de certains amas colloïdaux.
 - o Amas particules-colloïdes. Par exemple, les amas de cristaux de bitartrate de potassium-matière colorante.
 - o Dioxyde de carbone : la formation de microbulles a un effet synergique négatif avec les mouvements de température.
- Environnementaux :
 - o Format de la cuverie : plus les cuves sont grosses et hautes, plus la clarification est difficile,
 - o Matériaux de la cuverie : en fonction de la conductivité des matériaux,
 - o Mouvements de température : plus le chai est isolé, plus la clarification est facilitée,
 - o Vibrations liées au travail en cuverie,
 - o Temps

4. Colmatage et surfiltration

Les conséquences d'une mauvaise clarification avant filtration : surfiltration et mauvaise rétention.

Colmatage

La fraction particulaire peut avoir une influence sur le colmatage. Par exemple, les micro-organismes ont des propriétés très colmatantes. Dans la grande majorité des cas, le colmatage sera « mécanique ».

La fraction colloïdale va aussi avoir un rôle très important dans les phénomènes de colmatage : certains colloïdes peuvent avoir un fort pouvoir colmatant de par leur structure (spatial), leur charge électrostatique, mais assez peu en relation avec leur poids moléculaire. Dans ce cas, le colmatage est plutôt de type « adsorption », suivant le type de média filtrant. Plus les colloïdes occupent les sites d'adsorption, plus il y a colmatage du média filtrant et moins la rétention des levures, bactéries et autres particules est efficace.

Donc, plus la fraction colloïdale est importante, moins le média filtrant est efficace sur les particules que l'on souhaite éliminer ; au fur et à mesure du colmatage, le nombre d'espaces libres diminue, ce qui induit une perte de débit ou une augmentation de pression.

La surfiltration

La surfiltration est la filtration induite par le colmatage dû aux colloïdes et éventuellement aux particules à la surface du matériau. La filtration devient alors plus stricte et/ou aléatoire que le matériau lui-même choisi.

En cas de surfiltration, l'évolution de la turbidité et la rétention à la sortie du filtre sont très variable au cours du temps. A certains moments, les particules sont plus retenues et à d'autres, elles le sont moins par effet « soupape » sous l'influence de la pression.

Ce phénomène est lié à une mauvaise préparation des vins et/ou une mauvaise adaptation du système de filtration au vin :

- Mauvaise préparation des vins n'ayant pas éliminé suffisamment de colloïdes colmatants,
- Turbidité trop élevée, (éventuellement avec une contamination microbiologique),
- Mauvais dimensionnement (à respecter en fonction des matériaux choisis).

En filtration frontale : le vin va circuler plus rapidement dans les pores disponibles pour compenser les pores obstrués :

- Les particules les plus fines seront moins retenues,
- Il y a une forte rétention de polysaccharides bénéfiques pour la structure et la stabilité du vin,
- La couche de colmatage n'est pas stable et il y a des relargages aléatoires d'éléments retenus.

En filtration tangentielle : il y a formation d'un gel (couche de polarisation) qui s'oppose au passage du vin, le débit est très vite réduit et il s'opère une filtration plus négative. Le volume de concentrat (pertes) est plus important, et les décolmatages doivent être plus fréquents. Ces derniers diminuent la durée de vie de la membrane.

- ➔ Pour éviter cette mauvaise surfiltration, le minimum est de mettre en œuvre la meilleure préparation du vin et la bonne précaution est de toujours surdimensionner d'environ 30% la surface de filtration si on souhaite que la première bouteille et la dernière aient une composition identique, car il faut toujours anticiper le colmatage (même léger) qu'il y a au cours de la filtration.

5. Les conséquences d'une mauvaise clarification

Les conséquences d'une mauvaise clarification avant filtration peuvent être les suivantes :

- Modification de la couleur (souvent faible, mais parfois importante),
- Profil organoleptique :
 - o Dégradation globale de la fraîcheur du fruit (même si parfois, par baisse du végétal, il peut y avoir momentanément une mise en valeur d'un certain fruit, qui se dégrade dans le temps),
 - o Expressions florale et épicée plus prononcées (peuvent être jugées positives par certains, mais sont globalement le signe d'une évolution négative),
 - o Diminution du boisé,
 - o Moindre complexité des vins
- Profil gustatif :
 - o Acidité plus ressentie : elle n'est pas modifiée en elle-même mais elle est en général plus perçue,
 - o Impact négatif sur la qualité des tanins, l'amertume, l'astringence
 - o Persistance plus faible

Ainsi, pour obtenir une bonne filtration, il faut prendre en compte la turbidité mais aussi la microbiologie et la filtrabilité du vin !

6. Quelques informations sur le collage

Les colles les plus efficaces contre *Brettanomyces bruxellensis* (BB) sont les gélatines légèrement hydrolysées (+/- 150g/l) et l'albumine d'œuf. La colle de poisson est efficace sur la majorité des micro-organismes du vin mais assez peu sur BB (mais si peu présentes en Vin Blanc). Quel que soit la colle utilisée, il y aura toujours un effet-dose.

L'efficacité des colles (et de leur élimination) est fonction de :

- La turbidité initiale du vin : plus elle sera élevée, plus il y aura un risque de résidus,
- De l'environnement des récipients de stockage du vin : changement de températures, vibrations...,
- De l'état d'oxydo-réduction du vin : une légère oxydation est souvent nécessaire pour activer toute la colle.

Les résidus de colle sont une des causes de mauvaise filtrabilité.

7. Quelques informations sur la filtration

Tableau 5. Rétention des particules et macromolécules en fonction de la filtration

Diamètre de rétention	Particules	Implication de Macromolécules Colloïdales
50 µm <	Débris végétaux, amas floculats	Pectines
50 > 10 µm	Cristaux, débris divers	% Glucanes de Botrytis 450 KD
10 >> 1.5 µm	Levures, précipités	% Glucanes de Botrytis 150 KD
1.5 µm >> 0.5 µm	Bactéries	% Polysaccharides Divers % Mannoprotéines 40 à 70 KD
0.5 >> 0.2 µm	Particules amorphes	% Macromolécules Colloïdales
0.2 µm >		% Matière colorante

L'élevage sur lies permet un apport de glucanes levuriens au vin après lyse des levures. Cependant, cet élevage doit être au minimum de 6 mois pour obtenir une certaine hydrolyse de ces glucanes, afin qu'ils ne soient plus colmatants, et pour ne pas perdre le bénéfice de l'élevage.

Les mannoprotéines, extraites avec le jus de raisins, produites pendant la fermentation, ou lors de l'élevage sur lies, participent à la stabilité tartrique et de la matière colorante. Il vaut donc mieux les conserver dans le vin et faire attention de ne pas en perdre lors des filtrations. Cela peut conduire à des vins amaigris et peu stables. Attention, toutes les filtrations $\leq 1.2 \mu\text{m}$ peuvent en retenir, mais la filtration tangentielle peut en éliminer encore plus (diamètre de pores : 0,2-0,5 µm).

Pour dégrader le moins possible un vin, il faut passer par des étapes successives et favoriser au mieux la clarification naturelle, ainsi que réaliser le moins de filtrations possibles (surtout pour une turbidité > 50 NTU).

Remarque : la filtration est dépendante de rétention électrostatique, dont la force dépend du matériau, mais aussi du pH du vin : plus le pH est bas, plus les forces sont importantes et plus il y aura

de rétention ; plus le pH est élevé moins il y a de rétention (ce qui explique le lavage des cartouches membranes à co-courant avec l'eau à pH 7, ainsi que le relargage en fin de filtration si l'on pousse avec du gaz).

8. Stabilité phénolique des vins rouges

Dans un vin rouge, les composés colloïdaux peuvent prendre trois aspects :

- Se stabiliser sous forme solubilisée,
- Précipiter sous forme solide. Ces composés seront éliminés dans les lies lors des soutirages ou collage, filtration,
- Rester dans un état intermédiaire appelé « métastable ». Ces composés peuvent se solubiliser ou précipiter avec le temps ou certaines conditions (froid, oxydation...).

Les différentes stabilités dans le vin rouge sont les suivantes :

- Clarification globale : turbidité et filtrabilité,
 - Stabilité microbiologique : levures et bactéries
- Les normes à l'export sont les suivantes :
- o < 10 UFC/mL = norme en France
 - o < 1 UFC/ mL = certains pays de l'Union Européenne
 - o < 1 UFC/10 mL = grand export (USA)
 - o < 1/100 mL = principalement Japon
- Stabilité tartrique.
 - Stabilité de la matière colorante. Il y a des instabilités directes et indirectes (formation d'agglomérats). Ces agglomérats peuvent modifier la filtrabilité d'un vin et induire des filtrations dommageables pour le vin (structure et expression)
 - Stabilité de la structure tannique : élimination des éléments négatifs dans la structure du vin
 - Etat d'oxydoréduction.
 -

Les défauts de stabilisation

Cas général

L'instabilité se caractérise par une précipitation importante de la fraction colloïdale non solubilisée (tanins, anthocyanes, polysaccharides) avec parfois du bitartrate de potassium et des levures. Ces amas sont assez volumineux (pouvant atteindre 10 µm) mais ils sédimentent mal (car peu de masse). Ils peuvent donc rester en suspension et être défavorables à la clarification du vin.

De plus, ils peuvent servir de support aux populations microbiennes, favorisant leur implantation et leur développement.

Ces amas peuvent être éliminés par collage et/ou filtration.

C'est pourquoi une surextraction en vinification peut être inductrice d'instabilité du vin.

Assemblage avec les presses.

De nombreux paramètres sont modifiés lorsqu'un vin est assemblé avec des presses pas suffisamment clarifiées :

- o La turbidité : l'ajout de 5 à 10% de presses fait augmenter d'une manière significative la turbidité (>10 NTU). Si une filtration tangentielle est réalisée, cela peut déstructurer le vin

- La filtrabilité : l'ajout de presses la diminue. L'élevage et les collages peuvent se révéler inefficaces : les colloïdes restent en suspension dans le vin.
- La couleur : l'addition de presses peut provoquer une dégradation de la couleur, notamment pendant l'élevage des vins. Les agglomérats pectine-matière colorante-tanins vont précipiter et se retrouver dans les lies dites « grasses »
- La teinte : elle permet l'appréciation de l'évolution de la couleur jaune (DO 420/DO 520 = jaune/rouge). Ce paramètre permet une bonne appréciation de la stabilisation des composés phénoliques colorés du vin et son évolution au cours du temps.
Lors de l'ajout de presses, cette teinte augmente (jaune → orangé, ce qui normalement est un marqueur d'évolution).

Assemblage avec des vins plus jeunes

La législation autorise les assemblages jusqu'à 15% d'un autre millésime. Les assemblages avec des vins plus jeunes peuvent être réalisés pour obtenir plus de fraîcheur, plus de fruits, un nouvel équilibre... mais, l'effet n'est souvent que transitoire et les conséquences sont comparables à l'assemblage avec les presses. En effet, si on additionne un vin instable à un vin stable, on obtient la formation d'instabilités (tartriques, phénoliques...).

Il faut absolument que le vin jeune assemblé soit dénué de pectines et possède une bonne stabilité globale, dont phénolique.

Evolutions de certains millésimes

Les évolutions climatiques induisent une composition différente des baies de raisins, notamment en pectines. Cela entraîne une stabilisation globale plus complexe.

Les pectines

Elles sont très présentes dans les vins de presse et les vins d'extraction poussée. Ces molécules s'opposent à la clarification naturelle et aux filtrations. De plus, elles peuvent former des agglomérats avec la matière colorante et certains tanins et intervenir négativement dans la stabilité et l'évolution de la couleur.

A la dégustation, les pectines peuvent donner une impression de « gras » qui est illusoire, car il ne masque que temporairement certains tanins non qualitatifs.

Il faut rester vigilant quant à l'assemblage avec des presses : elles peuvent induire un effet de leurre que ce soit au niveau de la couleur ou bien de la structure des vins.

L'objectif est donc d'éliminer le plus tôt possible les pectines !

9. Réglementations à l'export

Dans certains pays, les intrants œnologiques ne sont pas tous autorisés. C'est, par exemple, le cas de l'acide sorbique qui est interdit en Suède et en Norvège. L'acide ascorbique est réglementé au Japon. En Russie, le vin importé ne doit pas contenir de cristaux de tartre (les vins sont souvent stockés à des températures inférieures à zéro degré).

C'est pourquoi, il est impératif de vérifier l'autorisation des additifs œnologiques suivant les pays de destination des vins.

10. Les exigences vis-à-vis des prestataires

Hygiène

La stérilisation du matériel de filtration doit se faire sur place et non pas la veille (surtout si venant d'un autre endroit) car il peut y avoir de nouvelles contaminations possibles. Les matériaux de filtration doivent être neufs ou validés par des tests d'intégrité.

Matériaux de qualité

Il est impératif de valider que les matériaux (particulièrement les plastiques et caoutchoucs) soient bien de qualité alimentaire.

Dimensionnement du système de filtration adapté à la mise en bouteilles

• **Plaques-Lenticulaires = Non réutilisables (si malgré tout réutilisées => absolument mettre une membrane 1,2 µm en suivant, mais risque microbiologique important)**

- « Clarifiante-lâches » ($\geq 5 \mu\text{m}$) $\Delta P < 2 \text{ Bars}$ et $< 900 \text{ L/h/m}^2 = 150 \text{ L/h/plaque}$
- « Clarifiante-serrées » ($\geq 3 \mu\text{m}$) $\Delta P < 1,75 \text{ Bars}$ et $< 625 \text{ L/h/m}^2 = 100 \text{ L/h/plaque}$
- « Très serrées » ($\leq 1,2 \mu\text{m}$) $\Delta P < 1,5 \text{ Bars}$ et $< 450 \text{ L/h/m}^2 = 75 \text{ L/h/plaque}$
- « Stérilisantes » ($\leq 0,45 \mu\text{m}$) $\Delta P < 1 \text{ Bars}$ et $< 300 \text{ L/h/m}^2 = 50 \text{ L/h/plaque}$

Remarque : pour alimenter une chaîne d'embouteillage de 2 500 btlles/h = 18,75hL/h + 30% = 24,37H/0,5 = 49 plaques (40x40)

• **Cartouches (=1,5 à 2 m² suivant matériaux) = régénérables**

- **Préfiltre** ($\geq 3 \mu\text{m}$) $\Delta P < 1,75 \text{ Bars}$ et $< 450 \text{ L/h/m}^2 = 7,9 \text{ hL/Cartouche}$

Pour alimenter 2 500 btlles/h = 18,75 hL/h + 30% = 24,37/7,9 = 3-4 cartouches

- **Membranes** ($\leq 1,2 \mu\text{m}$) $\Delta P < 1,5 \text{ bar}$ et $300 \text{ L/h/m}^2 = 5,25 \text{ hL/Cartouche}$

Pour alimenter 2 500 btlles/h = 18,75 hL/h + 30% = 24,37/5,25 = 5 cartouches (6 cartouches pour une filtration $< 0,65 \mu\text{m}$)

Bouchage des vins

Il faut respecter, après bouchage sous vide, une faible pression interne dans la bouteille (« espace de tête » entre vin et bouchon) qui doit être comprise entre -300 et +300 mbar. Attention aux bouteilles spéciales !

Il faut que les bouteilles utilisées soient certifiées CETIE ou de même type.

Les bouteilles ne doivent pas comporter de défauts, notamment au niveau du goulot, sinon le risque de fuites pendant la garde est très élevé car le bouchon ne peut pas toujours assurer une bonne étanchéité.

Les bouchons « techniques » ou à base d'agglomérés possèdent souvent une élasticité (reprise élastique après bouchage) moindre. Ils peuvent être utilisés si nous sommes certains que la bouteille est sans risque.

Attention : dans une étude antérieure sur les bouteilles, il avait été révélé que jusqu'à 25% des bouteilles n'étaient pas conformes au cahier des charges.

Le problème le plus fréquemment rencontré en début d'embouteillage est celui de la stérilisation et de l'hygiène. Celui le plus rencontré en fin de mise est une mauvaise filtration des vins par colmatage et/ou surfiltration et/ou relargage.

Le suivi de la turbidité est un assez bon indicateur de la filtration : elle augmente lorsque les sites actifs des médias filtrants sont saturés.

Des filtrations en cascade rapide (< 10 jours) sont moins dégradantes pour le vin que deux filtrations dans un long délai, car la filtrabilité se dégrade au cours du temps. De plus, il faut éviter de passer trop rapidement d'un vin très trouble à un vin très clair. Il vaut mieux privilégier la sédimentation naturelle et les actions œnologiques de clarification.

Pour plus d'informations sur la filtration, n'hésitez pas à consulter :

- Le site web MATEVI : <https://www.matevi-france.com/>
- « Filtration en œnologie », Hervé ROMAT - Editions FERET, 2014.
- Diverses publications accessibles : www.herve-romat-conseil.fr

Table des tableaux

Tableau 1. Effets du collage et de la filtration.....	5
Tableau 2. Conditions dans lesquelles le collage et la filtration ne sont pas indispensables	5
Tableau 3. Qualité de la stabilisation d'un vin sec en fonction de sa charge microbologique	6
Tableau 4. Les différentes filtrations : avantages et inconvénients.....	8
Tableau 5. Rétention des particules et macromolécules en fonction de la filtration	16

Table des figures

Figure 1. Indications des différentes filtrations	9
Figure 2. Les différentes particules du vin (d'après E. Peynaud)	10

Annexe I. Référentiel filtrabilité couple vin – matériau

REFERENTIEL FILTRABILITE COUPLE VIN - MATERIAU

Hervé ROMAT, Gaëlle REYNOU (2007)

	TURBIDITE (NTU)		
	T < 3 NTU	3 NTU < T < 15 NTU	15 NTU < T < 50 NTU
CFLA (K/Q ₀ , 10 ⁻² .s/l ²)	MEMBRANE A * (type 0,65µm)	MEMBRANE B * (type 1,2µm)	MEMBRANE C * (type 5µm)
CC (CFLA) < 10	PREFILTRE CARTOUCHE + MEMBRANE 0,65µm CALCUL DU VMAX OUV	PLAQUE/LENTICULAIRE « SERREE » Type K 100-EK * ou PREFILTRE CARTOUCHE + MEMBRANE 1,2µm	PLAQUE/LENTICULAIRE Type K250 - K 100 * ou FRITTE INOX 05
10 < CC (CFLA) < 50	PLAQUE/LENTICULAIRE "STERILISANT" TYPE EK-EKS * ou PREFILTRE CARTOUCHE + MEMBRANE 1,2µm	PLAQUE/LENTICULAIRE Type K250 - K 100 * ou FRITTE INOX 05	PLAQUE « CLARIFIANTE » Type K 700 * ou TERRE FINE (<1Da) ou TANGENTIELLE
200 > CC (CFLA) > 50	PLAQUE/LENTICULAIRE Type K250 - K 100 ou FRITTE INOX 05	PLAQUE « CLARIFIANTE » Type K 700 * ou TERRE FINE (<1Da)	TERRE LACHE (2Da) ou MELANGE AVEC FINE (<1Da) ou TANGENTIELLE