

[Spécial forum de Davayé] Approche de la clarification des vins en vue de l'Embouteillage

Par **H. Romat** (Hervé Romat Conseil)
J.C. Crachereau & M.I. Furet (Chambre d'Agriculture de la Gironde)
E. Vinsonneau (IFV Bordeaux)
H. Romat (Jeune Entreprise de l'École Nationale Supérieure de Cognitique de Bordeaux)

La finalité de l'élaboration de tous les vins est toujours d'être mis en bouteilles (ou bib) à un certain moment, pour son transport jusqu'au consommateur. Pour cela le vin doit être d'une certaine limpidité et d'une certaine stabilité physique, chimique et microbiologique. Ces objectifs ne sont pas si faciles à atteindre, et ce d'autant moins que la mise en bouteilles sera proche de la vinification. Ainsi, la clarification et la stabilisation microbiologique naturelles ne s'opèrent pas aussi rapidement et complètement que souhaité. Il faut donc appréhender et suivre ces éléments au mieux pour qu'ils soient les meilleurs possibles, pour limiter les éventuelles conséquences négatives, et en particulier lors des filtrations.

Une clarification naturelle s'opère assez logiquement sous l'effet de la gravité terrestre. C'est assez efficace pour les particules les plus grosses, supérieures à 10 µm (particules végétales et cristaux), mais cela est très difficile pour les particules proches ou inférieures à 3 µm (dont levures et surtout bactéries) ; de plus, la clarification ne suit pas toujours un gradient de turbidité (Furet et al, 2016).

De multiples causes peuvent perturber les phénomènes naturels : complexité de la composition du vin avec de nombreux colloïdes, forces électrostatiques (particules et colloïdes), divers facteurs physiques, et la présence de gaz carbonique combinée aux changements de température.

➤ Complexité de la composition du vin

Le vin est un liquide complexe composé de particules (> 0.1 µm) et de colloïdes (<0.1 µm), dont la composition et la proportion conditionnent d'une part la clarification naturelle, et d'autre part contribuent à la filtrabilité (Romat, 2012), en relation avec le diamètre de pore (ou diamètre des particules retenues) des filtres utilisés (Tableau 1).

Diamètre de rétention	Particules	Implication de Macromolécules Colloïdales
50 µm <	Débris végétaux, amas floculats	
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

Tableau 1 : Particules et macromolécules retenues en fonction de la filtration

La composition et la répartition entre les deux fractions dépendent de nombreux éléments : terroir, maturité et homogénéité (climatologie), type de vinification, type d'élevage...qui peuvent être différents d'un vin à l'autre d'une même propriété, et d'un millésime à un autre, ce qui rend impossible toute généralisation.

Suivant le type de filtration choisie, la volonté d'élimination de certaines particules peut entraîner une élimination de certaines macromolécules d'intérêt, dont en particulier les mannoprotéines, participant à la stabilisation tartrique et de la matière colorante ; et parallèlement certains colloïdes s'opposent à la rétention des particules les plus petites, dont les micro-organismes.

➤ Facteurs d'influence sur la clarification

Les observations de clarification naturelle montrent des profils très différents d'évolution de la turbidité (jusqu'à 50 NTU) dans le temps (figure 1).

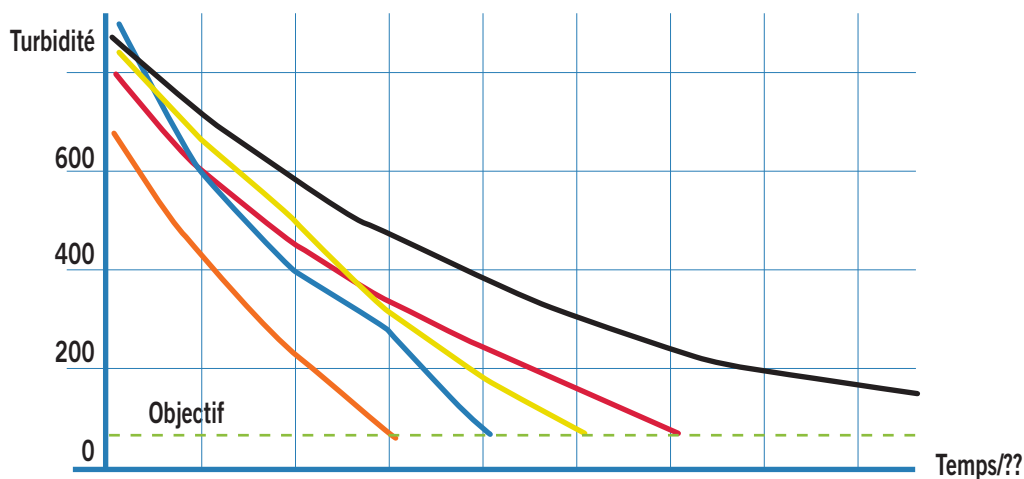


Figure 1 : Différentes évolutions de la clarification naturelle dans le temps

Les facteurs d'influence sont multiples, d'origine naturelle ou environnementale :

Origine naturelle

➤ **PARTICULES** : taille, quantité et nature

➤ **COLLOÏDES**

- raisin-vinification : pectine, mannoprotéines, matière colorante, colloïdes divers extraits par macération, voire par la chaleur ou par trituration, glucane de *Botrytis*
- élevage : glucane de levure, polysaccharides de micro-organismes (levures ou bactéries), polysaccharides du bois ou de certains adjuvants œnologiques

REMARQUE

l'ensemble de ces colloïdes sont susceptibles de constituer un « maillage » pouvant ralentir, voire empêcher, la sédimentation de certaines particules les plus petites, dont les levures et bactéries. Ainsi, de nombreux vins qui restent trouble, même après un élevage long (> 12 mois), présentent après centrifugation un culot constitué de micro-organismes et de colloïdes divers, dont parfois de la matière colorante non stabilisée. Dans certains cas, des températures froides (<4°C) peuvent permettre une précipitation de certains amas colloïdaux. Ces observations mériteraient d'être précisées.

➤ **CO₂** : le gaz carbonique est susceptible de former des microbulles (suivant la constante-loi de Henry, qui définit un état de saturation ou de sursaturation). Selon la quantité de gaz carbonique il y a un effet de synergie négative avec les mouvements de températures, et la conductivité thermique du matériau de la cuve.

➤ **AMAS PARTICULES-COLLOÏDES** : il y a formation d'amas par l'intervention de forces électrostatiques de différentes natures, et par les forces de Van der Waals. Les plus gros et les plus connus sont les amas cristaux de bitartrate de potassium-matière colorante, qui précipitent assez facilement. Cependant, de nombreux autres agglomérats plus petits, restent en suspension.

Environnementaux

➤ **FORMAT DE CUVERIE** : plus les cuves seront grosses et en hauteur, plus la clarification naturelle sera difficile

➤ **MATÉRIAUX DE CUVERIE** : selon la conductivité thermique, ils peuvent favoriser les échanges avec la température extérieure et créer des mouvements de convection empêchant une bonne sédimentation. Hiérarchie de conductivité : béton = +/- Inox isolé > bois > acier > inox non isolé

➤ **MOUVEMENT DE TEMPÉRATURE** : plus un chai est isolé thermiquement, plus la clarification s'opérera facilement, en relation avec le matériau des cuves (mais peut être remise en cause par des courants d'air)

➤ **VIBRATIONS DIVERSES** : chariot élévateur, voie de roulage de voitures ou de camions à proximité de la cuverie...peuvent transmettre des vibrations et gêner la sédimentation.

➤ **TEMPS** : facteur très limitant suivant le type de vin et le circuit commercial. Cependant, même avec un temps d'élevage plus long, pour de nombreux vins, on observe une limite basse de clarification naturelle, souvent supérieure à 10 NTU.

➤ Conséquences d'une mauvaise clarification avant filtration

Si la filtration est très efficace pour retenir des particules dans un liquide assez simple, cela devient plus difficile dans un milieu complexe tel que le vin où se mélangent les 2 fractions particulaire et colloïdale (Romat, 2012). On assiste alors soit à une surfiltration, soit à une mauvaise rétention par encombrement des sites de rétentions disponibles.

➤ **SURFILTRATION** : pouvant se définir comme la filtration induite par le colmatage du matériau (souvent en surface, mais possible à l'intérieur) à partir duquel il entraîne une filtration plus stricte que le matériau lui-même, et/ou aléatoire en fonction de la pression (Romat, 2006).

Filtration frontale : ce principe peut alors induire une modification des conditions hydrodynamiques, avec 3 conséquences majeures à débit global constant (cas général avant embouteillage). D'une part un débit/vitesse de fluide plus important se produit dans les pores disponibles, pour compenser les pores obstrués, changeant les conditions de débit limite de bonne rétention, et entraînant par conséquence une moins bonne rétention des particules les plus fines, dont en particulier les micro-organismes. D'autre part, il s'opère une rétention de colloïdes-polysaccharides plus importante, dont certaines macromolécules d'intérêt. Enfin avec l'augmentation de pression, on observe des relargages aléatoires par rupture/mauvaise cohésion de la couche de colmatage peuvent survenir.

Filtration tangentielle : la surfiltration est le principe même de fonctionnement pour retenir les particules en surface du matériau, mais entraînant aussi la rétention de nombreux colloïdes-polysaccharides (dont certaines macromolécules d'intérêt), constituant la couche de polarisation (Vernhet, 1998) ; celle-ci forme un gel qui s'oppose au passage du vin, faisant diminuer le débit et provoquant alors une rétention « négative ». Cela dépend du type de membrane (minérale ou organique, potentiel zêta), de la vitesse de circulation du fluide, de la pression transmembranaire, et de la pression de fonctionnement. Les pressions et les vitesses faibles doivent être privilégiées.

➤ **ENCOMBREMENT DES SITES DE RÉTENTION EN FILTRATION FRONTALE** : ces filtrations fonctionnent très majoritairement par rétention par piégeage : soit mécanique, soit électrostatique (potentiel zêta), soit par une combinaison des 2. Il faut alors bien intégrer que le nombre de sites actifs constituant les « pièges » sont limités en nombre (en fonction du la surface/volume) ; plus le liquide sera chargé en colloïdes-polysaccharides, plus ceux-ci pourront obstruer les sites (à l'image de la couche de polarisation en filtration tangentielle), et plus la rétention des particules sera gênée, voire empêchée ; ce qui peut poser de nombreux problèmes pour les plus petites, dont en particulier les micro-organismes, et ainsi expliquer de nombreux écueils.

➤ **CONSÉQUENCES ORGANOLEPTIQUES SUR LES VINS**
Dans le cadre d'une étude (2010-2013) menée avec la Chambre d'Agriculture de la Gironde, l'IFV Bordeaux, et Hervé Romat Conseil, financée par le CIVB et FranceAgriMer, nous avons procédé à de multiples dégustations avec

un jury expert (8 personnes) pour identifier les impacts organoleptiques de différentes filtration sur de nombreux vins (Tableau 2)

Descripteurs	Positif	neutre	négatif
Intensité colorante		X	
Intensité aromatique	X	X	X
Fruité	X	X	X
Evolution du fruit			X
Végétal		X	X
Floral	X	X	
Animal		X	
Epice	X	X	
Boisé			X
Complexité		X	X
Sucrosité		X	X
Acidité	X	X	
Gras		X	X
Qualité des tanins			X
Equilibre		X	X
Amertume			X
Astringence			X
Persistance - Longueur			X

Tableau 2 : Impacts organoleptiques des filtrations frontales et tangentielles

Il ressort que :

- Les filtrations qu'elles soient frontales ou tangentielles, peuvent avoir des conséquences négatives.
- L'origine des conséquences peuvent être le matériau filtrant et la technologie les mettant en œuvre, mais s'avère en grande partie surtout due à la mauvaise préparation des vins vis-à-vis de l'objectif de clarification, c'est-à-dire dans l'importance de la différence entre la turbidité d'origine et la turbidité-objectif finale ; moins la préparation est bonne et plus l'objectif est exigeant, plus les conséquences seront importantes ; cela est généralement en défaveur de la filtration tangentielle, pour être utilisée principalement dans les cas défavorables.

- La modification de couleur est souvent peu importante, sauf cas très particulier, de matière colorante instable.
 - Les impacts aromatiques sont majoritairement sur le fruit en le dégradant, bien que l'élimination de certaines particules végétales peut dans certains cas mettre en valeur plus de fruit (certainement plus en valeur relative qu'en valeur réelle) ; la fraîcheur et l'évolution du fruit sont souvent impactées avec en parallèle, une expression florale et épicée plus prononcée (dans une sorte de transfert ?), confortant des observations précédentes (Romat, 2005).
 La note animale n'est pas modifiée. Le boisé est largement amoindri et la complexité générale en est très souvent diminuée.

- Sur le plan gustatif, les impacts sont : pour l'acidité, elle est marquée en position positive, sachant que l'acidité par elle-même n'a pas changé, mais que c'est une sensation plus acide sur certains vins qui est détectée ; neutre à négatif pour la sucrosité, le gras, et l'équilibre ; et négatifs à très négatifs pour la qualité des tanins, l'amertume, l'astringence plus prononcée, et la persistance-longueur plus faible.

On voit donc l'importance d'essayer de bien/mieux préparer les vins en vue de leur filtration, pour tenter de limiter les conséquences négatives décrites.

➤ Réalisation d'un outil de prévision de la clarification naturelle

Dans le cadre de l'étude précédemment citée et d'une étude complémentaire (2014-2015) menée avec la Chambre d'Agriculture de la Gironde, l'IFV de Bordeaux, et Hervé Romat Conseil, financée par le CIVB et FranceAgriMer, il a été projeté de réaliser un outil WEB, de prévision de la clarification naturelle (M.I. Furet et al, 2016).

A partir d'observations antérieures (Romat, 2010), une segmentation des différentes clarifications a été proposée, intégrant la date butoir de l'embouteillage (figure 2)

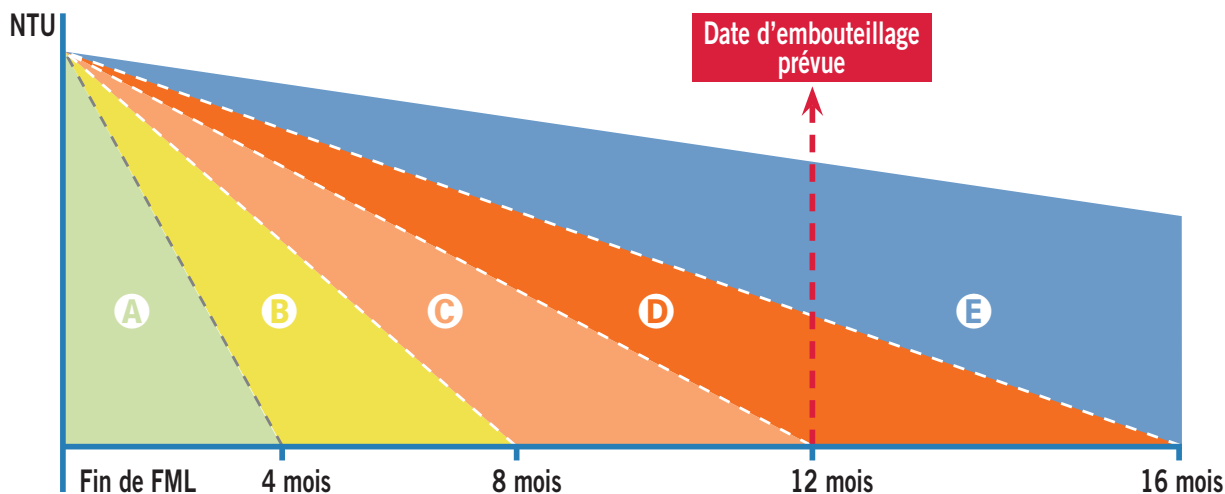


Figure 2 : Segmentation en fuseaux de la clarification naturelle

Ensuite, à partir des différents faisceaux (A, B, C, D et E) une modélisation prédictive a été formulée permettant d'anticiper très en amont de l'embouteillage, pour mieux se préparer aux opérations œnologiques et/ou filtrations éventuelles, et être conforme aux objectifs. Dans de nombreux cas, la mise en œuvre d'opérations œnologiques est bien trop tardive pour avoir tous les avantages escomptés, et même pouvant aggraver la situation (turbidité et/ou filtrabilité), si le délai est trop réduit. Ainsi, afin de pouvoir utiliser cette prospective de clarification, une application WEB a été développée par la Jeune Entreprise

de l'École Nationale Supérieure de Cognitique de Bordeaux (ENSC), et elle est en cours de finalisation. Elle est la propriété de la Chambre d'Agriculture de la Gironde, et elle sera accessible dans les prochains mois.

➤ **Nécessité** d'une filtration « Œnologique »

Compte tenu des éléments précités, il est important de s'inscrire dans une filtration « œnologique », avec une approche raisonnée des opérations œnologiques de préparation à la filtration finale d'embouteillage. Dans ce sens, au-delà de la mesure de turbidité devenue classique, il est absolument nécessaire de prendre en compte la filtrabilité et la microbiologie. Par ailleurs, il faut envisager ces mesures et les actions œnologiques dans un rétro-planning, avec suffisamment de temps d'action. Cependant, pour le collage, il ne faut pas le réaliser trop tôt, pour ne pas fragiliser le vin vis-à-vis des oxydations potentielles (plus le vin sera clarifié, plus il sera sensible à l'oxygène). Enfin, les matériaux et matériels devront être analysés pour avoir la meilleure adéquation vin/filtration, en particulier en tenant compte de la filtrabilité par le Coefficient de Colmatage CC et en appliquant les CFLA (Critères de Filtration Lamothe et Abiet) pour éviter toute surfiltration (Romat et al, 2007).

CONCLUSION

La préparation des vins à l'embouteillage a été largement négligée ces dernières années, pour avoir d'une part des matériels permettant d'aller plus rapidement, et d'autre part des temps de logistiques de plus en plus courts, mais sans tenir compte des dégradations potentielles ou avérées des vins. L'observation de la clarification naturelle, et son amélioration revêt donc un intérêt particulier pour améliorer les performances et limiter les conséquences négatives potentielles des filtrations. Un outil WEB (Chambre d'Agriculture de la Gironde) devrait permettre d'anticiper et compléter bénéfiquement la sédimentation et pouvoir intégrer les opérations œnologiques très en amont de l'embouteillage. Cependant, de nombreux phénomènes liés à cette clarification naturelle restent

encore non définis, et devraient être précisés pour l'améliorer en rapidité et en qualité, en turbidité et en filtrabilité, et ainsi faciliter toutes les opérations postérieures.

La qualité d'un grand vin est bien sûr liée à son origine (terroir, élaboration et élevage), mais si ce vin n'est pas bien « accompagné » dans sa clarification naturelle, voire amélioré, et/ou si les opérations œnologiques de clarification et de stabilisation complémentaires ne sont pas spécifiques et adaptées, on peut prédire une dégradation qualitative et du potentiel de vieillissement.

Ainsi, l'ensemble clarification-stabilisation et l'appréhension de la filtration finale d'embouteillage sont des enjeux majeurs, que les techniciens et œnologues devraient mieux prendre en compte pour garantir les meilleurs vins en bouteilles.

Références bibliographiques

- ESCUDIER J.L., MOUTONNET M., BATTLE J.L., BOULET J.C., BRUGIRARD A., DUBERNET M., SAINT-PIERRE B., VERNHET A.** « Clarification, stabilisation des vins ». In « *Éléments d'Œnologie* », Flanzy C., éd. Lavoisier Tec et Doc.
- FURET M.I. et al., 2011** : « *La filtration des vins - Synthèse bibliographique : enjeux et nouvelles pratiques* ». Revue des Œnologues et des Techniques Viti-Vinicoles et Œnologiques, n° 138.
- FURET MI, CRACHEREAU J.C., ROMAT H., 2016** : Opti-Mise : « *Préparer les Vins à la mise en bouteilles* », pp 66 -72, Revue Technique Inter-Rhône.
- ROMAT H., 2005** : « *La préservation du fruit dans la préparation du vin a la mise en bouteille* ». Journée des Œnologues de Bordeaux. (206)
- ROMAT H. et al., 2006** : « *Constats et réflexions sur la filtration des vins* », La revue des œnologues et des techniques viti-vinicoles et œnologiques n° 118, pp 51-54. (22, 45, 199)
- ROMAT H., 2007** : « *Coefficient de colmatage. Une nouvelle approche de la filtrabilité des vins* ». La revue des œnologues et des techniques viti-vinicoles et œnologiques n n°123, pp 31-33. (53, 71, 72)
- ROMAT H. et REYNOU G., 2007** : « *Proposition de critères de filtration en application du coefficient de colmatage* » La revue des œnologues et des techniques viti-vinicoles et œnologiques, n° 124 du 26/06/2007. (53, 74, 75, 104)
- ROMAT H. et al., 2011** : « *Notion de rhéologie en œnologie. Application à l'influence de la température sur la viscosité et des conséquences sur quelques pratiques œnologiques et sur la filtrabilité des vins* ». La revue des œnologues et des techniques viti-vinicoles et œnologiques n° 138. (87,205)
- ROMAT H., 2012** : « *Approche particulière et colloïdale de la filtration. Définition d'un indice œnologique de filtration et applications pratiques* » La revue des œnologues et des techniques viti-vinicoles et œnologiques, n° 143, (92,93)
- ROMAT H., 2014** : « *Filtrations en Œnologie* », Livre de synthèse publié aux Editions Féret.
- VERNHET A., 1997** : « *Wetting properties of microfiltration membrane: determination by means of the capillary rise technique and incidence on the adsorption of wine polysaccharide and tanins.* » Journal of membrane science 128: 163-174.(41)
- VERNHET A., 1999** : « *Relative impact of major wine polysaccharides on the performance of an organic microfiltration membrane.* » Am. J. Enol. Vitic. 50(1): 51-56 - (20, 87, 89,160, 162,168, 170, 176, 182, 183,185).