

Élevage

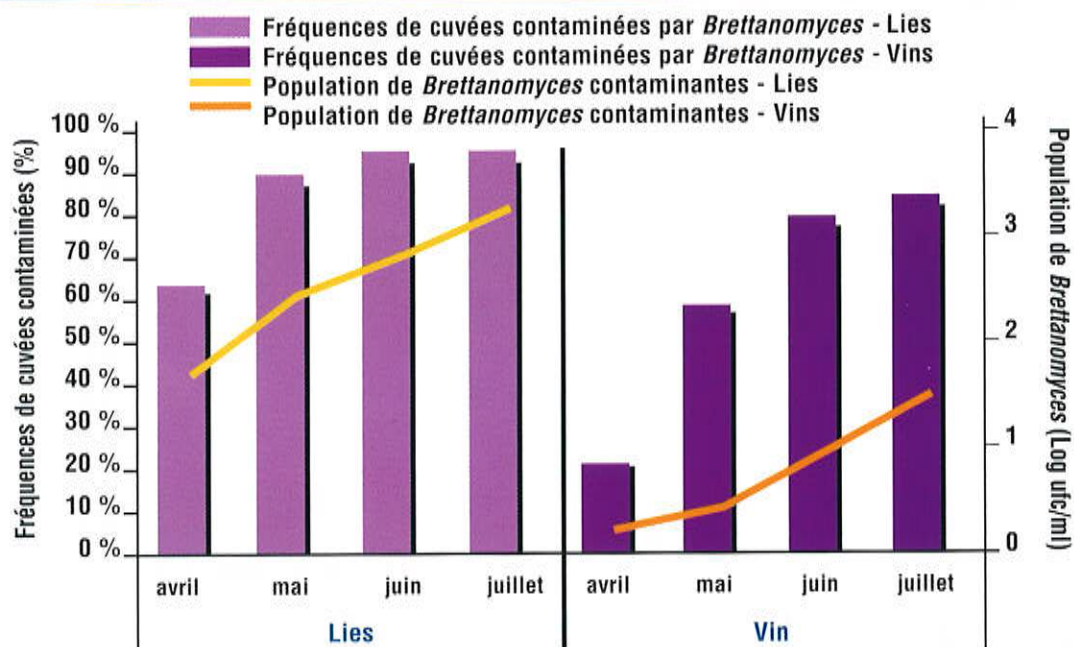
◆ Localisation des *Brettanomyces* dans les vins en cours d'élevage

Brettanomyces, levure de petite taille, sédimente dans le fond des cuves ou des fûts contaminés. Dans les lies, les *Brettanomyces* ne stoppent pas leur activité de transformation des précurseurs en phénols volatils. Ainsi, au cours de l'élevage et notamment avec le réchauffement des caves, des contrôles réalisés entre avril et juillet montrent que l'analyse des vins par rapport à l'analyse des lies sous-estime la fréquence des cuvées contaminées et les niveaux de populations de *Brettanomyces* (figure 6). En effet, en fin d'élevage, avec l'augmentation des températures de cave, l'analyse des lies montre que 85 % des cuvées en moyenne sont contaminées avec des niveaux de populations croissantes pouvant atteindre 10 000 ufc/ml alors que l'analyse des vins ne met en évidence que 60 % de cuvées contaminées en moyenne avec des populations inférieures à 100 ufc/ml.

Les lies contaminées peuvent contenir jusqu'à 100 fois plus de phénols volatils que les vins. En cas de contamination, il est donc conseillé de recourir à un **soutirage** pour les éliminer.

Ces lies contaminées ne doivent en aucun cas être réincorporées dans un schéma de vinification sans un traitement préalable (traitement à la chaleur...) et une analyse microbiologique s'assurant de l'absence de *Brettanomyces* vivantes résiduelles.

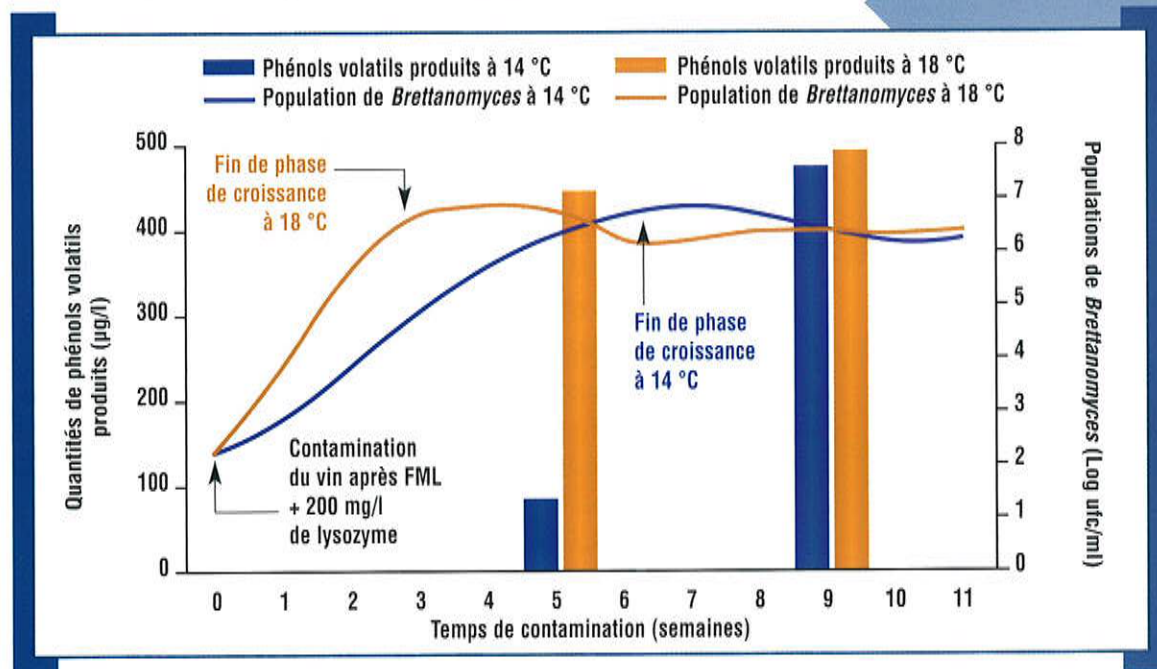
Figure 6. Comparaison des analyses microbiologiques entre les lies et les vins (moyenne de 19 cuvées).



◆ Influence de la température sur la croissance et le métabolisme de *Brettanomyces*

La régulation des températures des caves à 14 °C permet de limiter la croissance cellulaire avant, mais aussi après FML.

Figure 7. Évolution des populations de *Brettanomyces* en fonction de la température de stockage des vins.



La figure 7 donne un exemple de croissance de *Brettanomyces* et de production de phénols volatils dans un vin ayant terminé la FML, stabilisé par 200 mg/l de lysozyme. À 14 °C, la population initiale de 100 ufc/ml de vin atteint la phase stationnaire (maximum de croissance) en 7 semaines, contre 3 semaines seulement à 18 °C.

La baisse de température n'empêche pas la multiplication mais la ralentit considérablement. Ce qui laisse le temps au vinificateur de réagir avant la production de phénols volatils, si toutefois, une analyse microbiologique préventive est réalisée pour détecter les *Brettanomyces*.

Pour d'autres vins, l'évolution à 18 °C peut être encore plus rapide. C'est pourquoi il est nécessaire de conserver les vins à faible température. Cependant, le refroidissement des caves peut aussi augmenter la phase de latence entre la fin de FA et le début des FML, phase de latence propice à la contamination des vins par *Brettanomyces*. Mais il est possible de coupler la maîtrise des FML avec le maintien de faibles températures en caves par l'utilisation de bactéries lactiques lyophilisées.

Élevage

◆ Possibilité de traitements physiques pour éliminer *Brettanomyces* en cours d'élevage

Aucune technique physique d'élimination des *Brettanomyces* ne protège le vin contre une recontamination ultérieure. Ces pratiques éliminent les micro-organismes présents à un instant *t* de l'élevage. Si le vin est par la suite remis au contact d'un matériel contaminé ou assemblé avec un vin contaminé, les *Brettanomyces* peuvent de nouveau se multiplier et produire des phénols volatils.

Deux pratiques sont particulièrement employées :

Filtration : les levures *Brettanomyces* ont une taille d'environ 1 à 2 μm . Ainsi, pour que la filtration soit efficace il est nécessaire de réaliser une **filtration sur membrane de porosité inférieure à 1 μm** . Tout autre type de filtration (membranes supérieures à 1 μm , terres, etc.) est inefficace pour éliminer totalement les *Brettanomyces*.

La microfiltration tangentielle peut être appliquée sur vins troubles afin de réaliser la filtration en une seule étape.

Chauffage en cours d'élevage : La réalisation de **flash pasteurisation** – technique consistant à porter en un temps extrêmement bref le vin à une température de 72 °C et à le ramener à sa température initiale en un temps tout aussi court – permet de réduire de façon efficace les populations de *Brettanomyces*.

Rappel : toutes les techniques de chauffage utilisées en cours de vinification, avant FA (**flash détente, thermovinification...**), en fin de FA (**macération finale à chaud**) ou en cours d'élevage, sont susceptibles de réduire les populations de *Brettanomyces* présentes au moment du traitement, mais ne protègent en aucun cas le produit contre une contamination secondaire en cave.

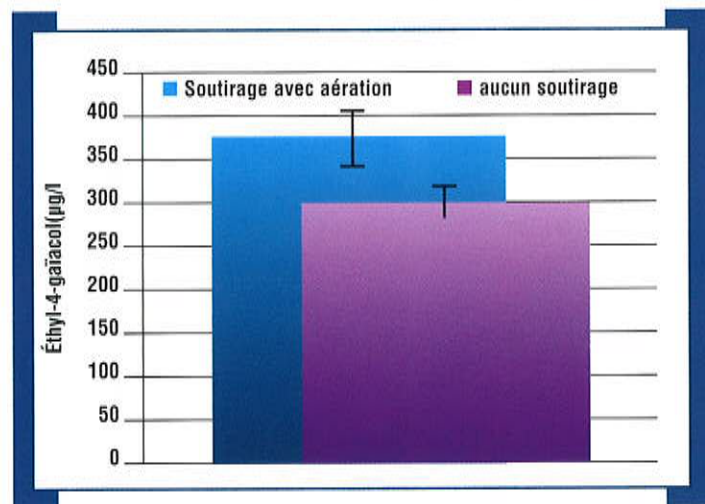
◆ Relation entre *Brettanomyces* et l'oxygénation des vins

En cours d'élevage, les vins sont soumis à différents degrés d'oxygénation. En fût, l'oxygénation est régulière par transfert des gaz à travers le bois. Ce phénomène naturel est relativement limité. En revanche, d'autres pratiques peuvent apporter des quantités plus importantes d'oxygène dissous :

- **élevage en fûts** : jusqu'à 2 mg/l d'O₂ apportés/mois ;
- **micro-oxygénation** : jusqu'à 5 mg/l d'O₂ apportés/mois ;
- **soutirage** (même à l'abri de l'air) : jusqu'à 8 mg/l d'O₂ apportés/soutirage.

Ces apports d'oxygène peuvent avoir des conséquences sur la production de phénols volatils lorsque le vin est contaminé par *Brettanomyces*. Les essais sur un vin contaminé par *Brettanomyces* ont montré que l'oxygénation lors du soutirage provoque une augmentation de 20 % de la quantité d'éthyl-4-gaïacol.

Figure 8. Influence de la réalisation d'un soutirage avec aération, sans élimination et sans traitement des lies, sur les quantités de phénols volatils produits dans un vin contaminé par *Brettanomyces*.



Dans la pratique, un ajustement de SO₂ est généralement réalisé au moment des soutirages, ce qui permet de réduire les populations de *Brettanomyces* et de limiter l'impact de l'aération sur la production de phénols volatils. Pour la micro-oxygénation, des contrôles et réajustements réguliers du SO₂ actif doivent être réalisés ainsi que des contrôles de population de *Brettanomyces* afin de pouvoir (ré) agir en temps voulu en cas de contamination.

Lorsqu'un vin est contaminé par *Brettanomyces*, il convient donc toujours de mettre en balance l'utilisation d'une pratique œnologique liée à un apport d'oxygène et les conséquences de cette pratique sur le développement et le métabolisme des levures.

Mise en bouteilles



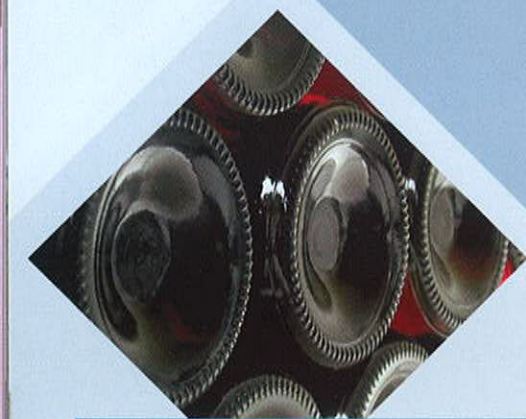
Pour un nombre sans cesse croissant de vinificateurs, cette étape doit être réalisée dans le respect du produit fini. La tendance actuelle est donc de minimiser les doses de SO_2 et de filtrer de plus en plus légèrement. Ainsi, les qualités du vin seraient préservées... dans un premier temps tout au moins.

◆ Risque de développement des *Brettanomyces* en bouteilles

Les essais conduits sur un vin contaminé à raison de 0,1 ufc/ml de *Brettanomyces* ont montré que les levures peuvent se développer sans problème en bouteilles.

Stockées durant 1 an à 18 °C, 90 % d'un lot de bouteilles de ce vin contaminé à 0,1 cellule/ml présentent des dépôts importants. Dans 19 % des dépôts, les analyses microbiologiques mettent en évidence des levures *Brettanomyces* encore viables et cultivables. Stockées durant 1 an à 15 °C, 70 % des bouteilles présentent le même type de dépôt.

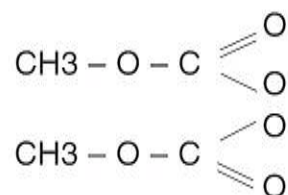
Le développement de *Brettanomyces* en bouteilles est donc un problème majeur qui débouche sur une perte des qualités visuelles (présence d'un dépôt important) et aromatiques, avec une production de phénols volatils non maîtrisable. Le « risque *Brettanomyces* » est donc présent dès qu'il existe une possibilité d'avoir au moins une cellule de *Brettanomyces* par bouteille. C'est pourquoi il est important de bien connaître « l'historique » de la cuvée avant la mise en bouteilles. Lorsque la contamination est avérée, la **filtration stérilisante** sur membrane inférieure à 1 μm avant la mise en bouteilles est actuellement le moyen le plus efficace d'éliminer les cellules de *Brettanomyces*. Quelques bouteilles peuvent faire l'objet d'un contrôle microbiologique pour s'assurer avant expédition de la bonne efficacité des traitements réalisés avant la mise en bouteilles.



Information sur la réglementation de l'utilisation du dicarbonate de diméthyle (DMDC)

Le 21 septembre 2005, la modification du règlement n° 1493/1999, a autorisé l'emploi du DMDC comme conservateur.

Le règlement 643/2006 du 27 avril 2006 ne prévoit l'utilisation du DMDC que pour préparer les vins ayant une teneur en sucre supérieure ou égale à 5 g/l à la mise en bouteilles. La dose maximale d'utilisation autorisée est de 200 mg/l.



Formule moléculaire du DMDC

Le DMDC provoque la mort des cellules en bloquant l'activité de certaines enzymes.

Selon les résultats observés dans les pays où il est déjà utilisé, le DMDC permettrait de lutter efficacement contre le développement de *Brettanomyces*.

Cependant, cette substance présente des inconvénients majeurs :

- ◆ forte toxicité du produit pour l'utilisateur nécessitant un matériel d'application spécial et coûteux avec pompe doseuse afin d'éviter les contacts ;
- ◆ principal produit de dégradation : méthanol.

et conservation

◆ Réaliser des traitements de mise en bouteilles, adaptés aux vins contaminés par *Brettanomyces*

La comparaison de différentes méthodes de mise en bouteilles faisant intervenir des doses de SO_2 plus ou moins importantes et des filtrations plus ou moins serrées montre qu'à court terme (1 an après mise) et dans de bonnes conditions de conservation – **12 °C maxi.** – le vin peu sulfité et non filtré exprime les meilleures qualités.

En revanche, après une période de stockage plus longue (3 ans) à 12 °C, le vin non sulfité et non filtré a une qualité inférieure par rapport à une modalité non sulfitée mais légèrement filtrée (5 µm).

En conséquence, si les vins étaient assurés d'être conservés à une température maximum de 12 °C, aucun traitement particulièrement poussé avant la mise ne serait obligatoire. Cependant, le parcours commercial d'un vin l'amène souvent à être conservé à plus de 12 °C. Dans ce cas, un an après mise en bouteilles, le vin non filtré, non sulfité et conservé à 19 °C développe assez de défauts pour être écarté lors de la dégustation.

Après trois ans à 19 °C, on observe que les vins les plus appréciés lors des dégustations sont les vins issus d'une mise en bouteilles avec filtration sur membrane 0,45 µm et adjonction de SO_2 .

Afin de garantir au mieux la qualité des vins de garde, il est donc conseillé, lorsque « le risque *Brettanomyces* » est établi, de procéder à une mise en bouteilles après filtration stérilisante et ajustement du SO_2 .



Hygiène



Figure 9. Efficacité de différentes doses de produits désinfectants sur les populations de levures reconstituées en biofilms.

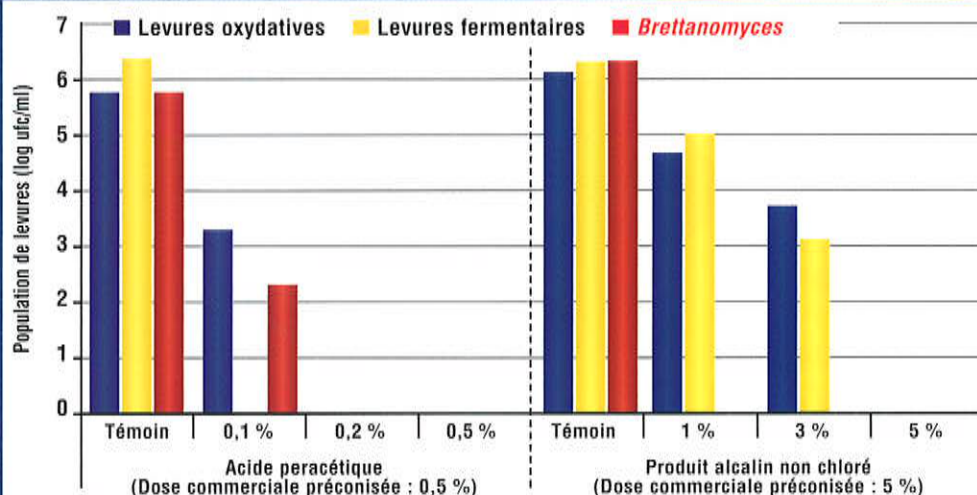
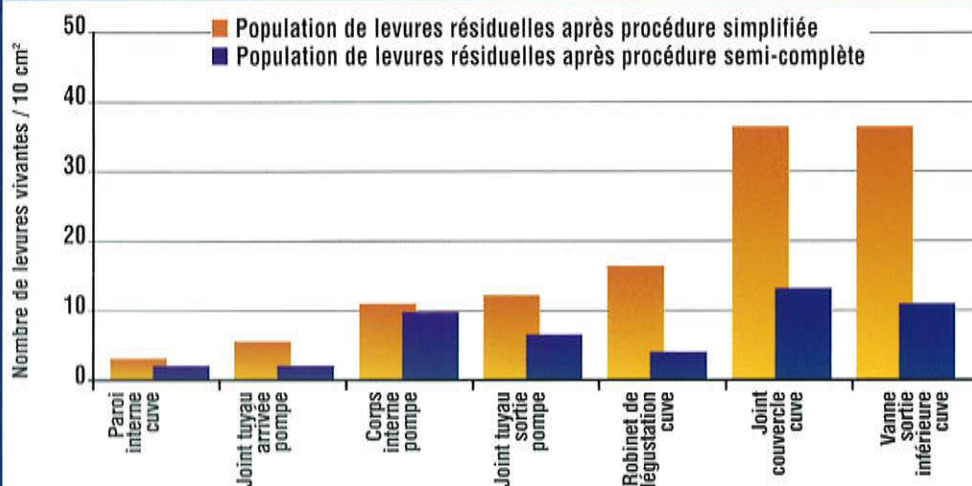


Figure 10. Influence d'une procédure de nettoyage semi-complète* par rapport à une procédure simplifiée** sur la contamination des matériels par *Brettanomyces*.



La maîtrise des risques de contamination par les *Brettanomyces* passe par une hygiène rigoureuse et adaptée de l'ensemble des matériels en contact avec le vin pendant l'élevage.

◆ Efficacité des produits de désinfection

L'utilisation de matériel mal nettoyé constitue un risque de contaminations exogènes des vins par *Brettanomyces*.

Compte tenu de leur mauvaise nettoyabilité, ces matériels sont des sources permanentes de recontamination du vin.

Qu'elles soient chlorées, alcalines ou à base d'acide peracétique, les formulations désinfectantes présentent une activité anti-levurienne presque totale, à des concentrations plus faibles que celles commercialement préconisées. L'efficacité des agents désinfectants utilisés dans la filière ne peut être remise en cause.

◆ Impact d'une procédure d'hygiène semi-complète* par rapport à une procédure simplifiée**

Par rapport à une procédure simplifiée, une procédure semi-complète permet de réduire de façon importante le niveau de contamination des matériels par *Brettanomyces* mais elle reste insuffisante. Il faut alors mettre en place une **procédure d'hygiène complète** (tableau 4) avec démontage et brossage des éléments.

*Procédure semi-complète : alcalin chloré en boucle sur la cuve, la pompe et les tuyaux – pas d'action mécanique de brossage.

**Procédure simplifiée : eau pour la pompe et les tuyaux et eau + soude pour la cuve – pas d'action mécanique de brossage.

◆ Les points clés de l'hygiène d'une chaîne d'embouteillage

Sur une dizaine de sites d'embouteillage suivis, les contrôles du niveau d'hygiène réalisés par ATP-métrie mettent en évidence des points sensibles (valeurs > 1 000 unités d'ATP) comme les becs de la tireuse, la cloche, mais aussi la cuve et les tuyaux.

Figure 11. Contrôles d'hygiène des matériels par mesure de l'ATP (marqueur de viabilité cellulaire) – Seuil critique : 1 000 unités d'ATP – Valeurs moyennes de dix chaînes d'embouteillage.

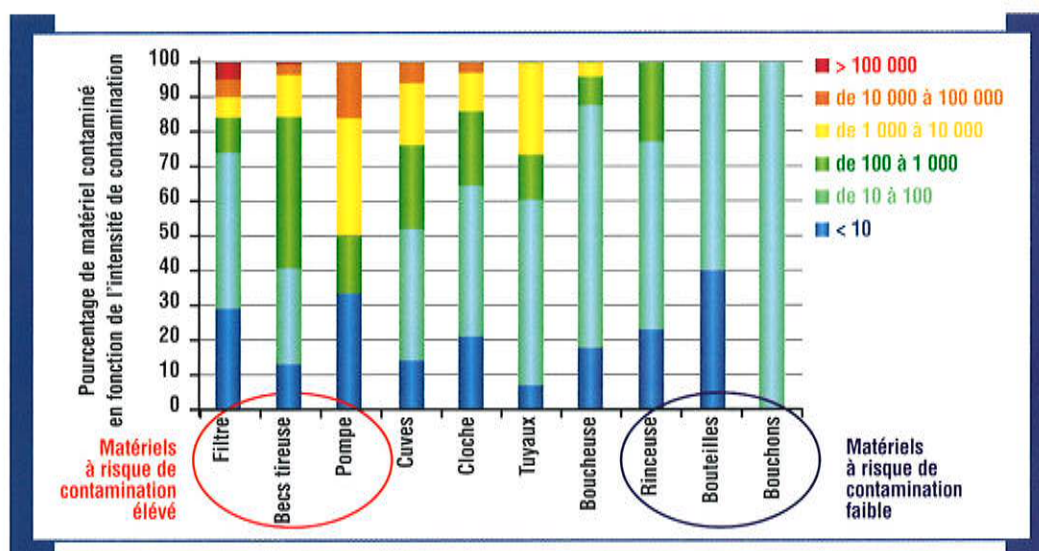


Tableau 4. Une procédure complète en 6 étapes et avec « T.A.C.T. » Temps/Application/Concentration/Température :

1 ^{re} étape	→ Démontage + Trempage + Prélavage : Eau	→ Élimination des grosses souillures (débris végétaux, lies, bourbes...)
2 ^e étape	→ Nettoyage + Brossage : Détergents alcalins, caustiques, acides, agents tensioactifs...	→ Élimination des souillures peu visibles (dépôts matières colorantes...)
3 ^e étape	→ Rinçage : Eau	→ Élimination détergent et souillures
4 ^e étape	→ Désinfection : Produits oxydants, agents tensioactifs...	→ Destruction et élimination des micro-organismes
5 ^e étape	→ Rinçage : Eau	→ Élimination du produit désinfectant
6 ^e étape	→ Contrôle	→ Appréciation de la qualité du rinçage (qualités visuelle et chimique de l'eau de rinçage)

Au même titre que la bonne gestion du SO₂ et le niveau de filtration, l'hygiène rigoureuse du matériel contribue à limiter les contaminations exogènes et à stabiliser le vin pour une meilleure conservation de ses qualités organoleptiques de l'élevage et la mise en bouteilles jusqu'à sa consommation.

Prélèvements et analyses la recherche de *Bre*



De plus en plus de laboratoires d'analyses œnologiques, ou des laboratoires plus spécialisés, proposent des analyses de recherche et de dénombrement de *Brettanomyces*. La détection de *Brettanomyces* peut se faire de différentes manières :

	Avantages	Inconvénients	Seuils de détection	Délais de réponse	Coûts/échantillon
Milieu de culture gélosé	Quantitatif	Spécifique pour l'analyse des vins après FA mais non spécifique pour les moûts	1 ufc/ml sans filtration	1 semaine	15 à 20 €
		Analyse réalisée par des techniciens formés	< 1 ufc/ml avec filtration		
PCR	Très spécifique (analyse génétique)	Non quantitative : absence ou présence	10 ufc/ml	48 heures	80 à 100 €
	Utilisable du moût au vin	Analyse réalisée par des techniciens formés			
Détection par enrichissement et "sniffing"	Rapide	Spécifique pour l'analyse des vins après FA mais non spécifique pour les moûts	Quelques ufc/ml en fonction de la méthode	48 à 96 heures	Voir distributeurs
	Simple	Non quantitatif			



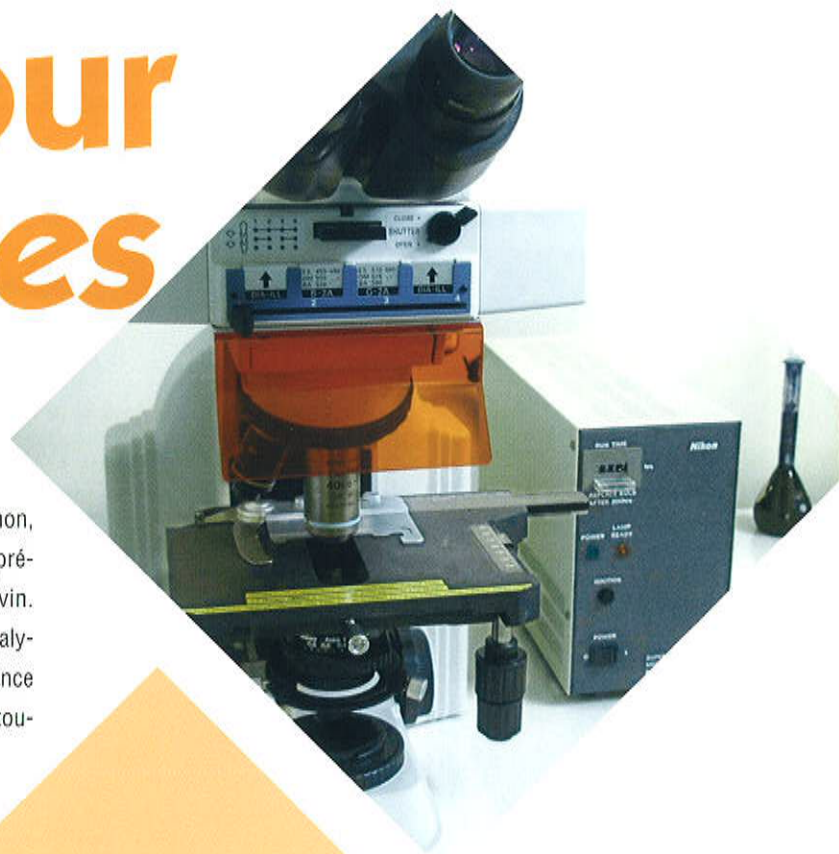
Il convient à chacun de prendre conseil auprès d'un technicien afin de définir la meilleure analyse à demander en fonction de l'historique du vin et du moment de l'analyse : moût, élevage ou mise en bouteilles... Par exemple, pour une mise en bouteilles, il est plus intéressant de choisir une méthode avec un seuil de détection très faible et un délai de réponse rapide. De façon complémentaire, l'analyse des phénols volatils, produits du métabolisme de *Brettanomyces*, peut être réalisée pour connaître l'état de production des phénols volatils. Pour information, le coût approximatif d'un dosage des phénols volatils est de 40 à 60 €.



Analyses pour *Brettanomyces*

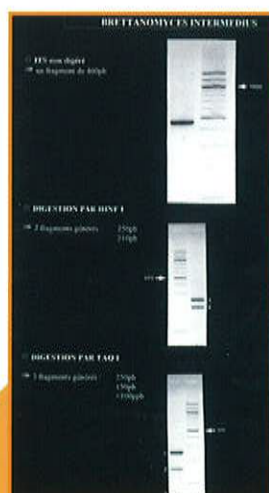
Prélèvement des échantillons en vue d'une analyse microbiologique

Le prélèvement doit être effectué à l'aide d'un matériel (pipette, siphon, robinet de dégustation...) lavé et désinfecté, dans un flacon stérile de préférence ou tout au moins n'ayant jamais contenu d'autre vin. L'échantillonnage peut être réalisé sur le vin et/ou sur les lies. Une analyse négative (absence de *Brettanomyces*) du vin ne signifie pas l'absence de levures dans les lies. A contrario, une analyse négative des lies est toujours corrélée à une analyse négative du vin.



Fréquence des analyses après FA

En cours d'élevage	Avant et après toute réalisation de traitement de stabilisation microbiologique	Avant mise en bouteilles
La fréquence d'analyse est fonction : ♦ du type de vin, ♦ du temps de latence entre la fin de FA et le début de la FML, ♦ de la technique de vinification employée, ♦ de la température de la cave L'analyse classique réalisée tous les 1 ou 2 mois peut permettre de mettre en évidence les augmentations de populations	En analyse classique, les résultats quantitatifs permettent d'évaluer la population de <i>Brettanomyces</i> avant le traitement Une analyse de contrôle 2 semaines après permet de vérifier l'efficacité du traitement effectué	Une analyse avant mise en bouteilles permet d'orienter le vinificateur vers les traitements appropriés : ♦ absence de contamination (< à 1 ufc pour 100 ml) : utilisation de traitements plus doux si le vinificateur le souhaite, ♦ contamination au moment de la mise ou en cours d'élevage : choisir des traitements qui empêcheront tous risques de développement de <i>Brettanomyces</i> en bouteilles



Détermination des points critiques préventives ou curatives à mettre

Raisin	Encuvage	Macération préfermentaire à froid*	Fermentation alcoolique (FA)	Avant FML
Flore majoritaire : <i>Moissures, levures non fermentaires, bactéries...</i>		Flore majoritaire : <i>Moissures, levures non fermentaires, bactéries...</i>	Flore majoritaire : <i>Saccharomyces cerevisiae.</i>	
Risque Brett : <i>Présence sur la vendange en populations plus ou moins importantes. Cette population de Brettanomyces reste néanmoins inférieure aux populations majoritaires.</i>	Risque Brett : <i>Contamination possible de la vendange ET/OU surcontamination possible du et par le matériel (fouloir, égrappoir).</i>	Risque Brett : <i>Si vendange contaminée : multiplication durant la phase de macération.</i>	Risque Brett : <i>Résistance et adaptation à l'alcool. Possible persistance en fin de FA avec des populations identiques à celle sur raisin OU supérieures.</i>  <i>Le développement de Brettanomyces peut parfois être corrélé à un problème de fin de FA (arrêt ou ralentissement).</i>	Risque Brett : <i>Développement des Brettanomyces avant la multiplication bactérienne.</i> <i>Risque important si la FML est volontairement différée.</i> 
Actions préventives : <i>Le tri de la vendange conditionne ensuite tous les paramètres d'utilisation du SO₂.</i> <i>L'emploi du SO₂ conditionne ensuite le délai de réalisation des FML.</i> <i>Maintenir une hygiène stricte du matériel.</i> 	Actions préventives : <i>Sulfitage approprié à la qualité de la vendange et à la technique de vinification choisie.</i> <i>La réalisation d'une macération préfermentaire à chaud peut réduire les populations de levures dont Brettanomyces.</i> <i>Maintenir une bonne hygiène du matériel (fouloir, érafloir, pompes...) tout au long de la période d'activité.</i>	Actions préventives : <i>Sulfitage approprié à la macération préfermentaire.</i> <i>Refroidissement de la vendange < à 10 °C.</i>	Actions préventives : <i>Ensemencer en LSA pour assurer un bon déroulement de la FA.</i> <i>Maîtriser les fins de FA et éviter les sucres résiduels.</i> <i>La réalisation d'une macération finale à chaud lorsque les sucres sont < 2 g/l, peut réduire les populations de levures dont Brettanomyces.</i> <i>Soutirage fin FA.</i>	Actions préventives : <i>Maintenir les températures de cave en dessous de 15 °C (surtout si FML différée).</i>  <i>Ensemencer avec des bactéries sélectionnées pour enclencher rapidement les FML.</i>
			Actions curatives : <i>Si présence de Brettanomyces ET problème de fin de FA : traitement physique du vin pour éliminer les micro-organismes (flash-pasteurisation, filtration tangentielle...) puis réensemencement avec une levure de reprise de FA sélectionnée.</i>	Actions curatives : <i>Éliminer les lies par un soutirage à l'abri de l'air si contamination par Brettanomyces.</i> <i>Traitement physique du vin pour éliminer les micro-organismes (flash-pasteurisation, filtration tangentielle...) puis ensemencement avec une bactérie sélectionnée.</i>
	Analyses : <i>Si problèmes récurrents sur la cuvée, faire une recherche spécifique de Brettanomyces dans les moûts par une technique avec seuil de détection faible.</i>	<i>* Contrairement à la MPF, toutes les techniques de vinification à chaud avec des températures > à 42 °C permettent de réduire les populations de Brettanomyces.</i>		Analyses : <i>Recherches et dénombrements réguliers de Brettanomyces dans le vin et dans les lies. Analyses en microbiologie classique suffisantes.</i>

de contrôle (CCP) et actions en œuvre

Fermentation malolactique (FML)	Après FML	Élevage	Mise en bouteilles	Conservation en bouteilles
Flore majoritaire : <i>Cenococcus oeni</i>.				
Risque Brett : Le risque de production de phénols volatils est limité durant la phase d'activité des bactéries lactiques.	Risque Brett : Développement des Brettanomyces si mauvaise stabilisation microbiologique.	Risque Brett : Contamination endogène par multiplication de Brettanomyces présentes depuis le raisin si le SO_2 actif n'est pas ajusté régulièrement. Contaminations exogènes par assemblage avec un vin contaminé non stabilisé. Contaminations exogènes par un équipement mal nettoyé et manque d'hygiène.	Risque Brett : Contamination exogène de vins « sains » si hygiène imparfaite de la chaîne d'embouteillage. Non rétention des Brettanomyces par les filtrations non stérilisantes.	Risque Brett : Développement en bouteilles donc risque de dépôt important et de production de phénols volatils.
	Actions préventives : Stabiliser les vins par un sulfitage suffisant dès la fin de la FML. Éviter le sulfitage fractionné. Maintenir les températures de cave en dessous de 14 °C.  Soutirage. Ne pas réutiliser les lies.	Actions préventives : Ajustement du SO_2 actif. Maintenir les températures de cave en dessous de 14 °C.  Maintenir une hygiène stricte du matériel.  Attention aux assemblages...	Actions : Ajuster le niveau de SO_2. Réaliser une filtration sur membrane de porosité inférieure à 1 µm. Une flash-pasteurisation peut éliminer les contaminations par Brettanomyces.  Maintenir un état d'hygiène rigoureux des éléments de la chaîne de mise en bouteilles – désinfection en début et fin de journée – pour éviter les contaminations croisées.	Actions préventives : Maintenir les températures de conservation en dessous de 12 °C. 
	Actions curatives : Traitement physique du vin pour éliminer les micro-organismes (flash-pasteurisation, filtration tangentielle...). Ces traitements ne protègent pas contre une contamination ultérieure.	Actions curatives : Traitement physique du vin pour éliminer les micro-organismes (flash-pasteurisation, filtration tangentielle...).		
		Analyses : Recherches et dénombrements réguliers de Brettanomyces dans le vin et dans les lies. Réaliser les analyses avant les sulfitages et 10 à 15 jours après.	Analyses : Recherches et dénombrements de Brettanomyces dans le vin avant et après traitements de mise en bouteilles.	

Brettanomyces : une levure commune sous surveillance !

conclusion

La présence de levures du genre *Brettanomyces* est un paramètre que le vinificateur doit prendre en compte au cours des processus de transformation du raisin en vin.

La maîtrise des risques d'altération par *Brettanomyces* passe par trois points indispensables et complémentaires :

- ◆ **une bonne gestion des phases fermentaires (FA/FML) ;**
- ◆ **une bonne gestion des actions de stabilisation microbiologique des vins ;**
- ◆ **une grande rigueur dans les procédures d'hygiène utilisées.**

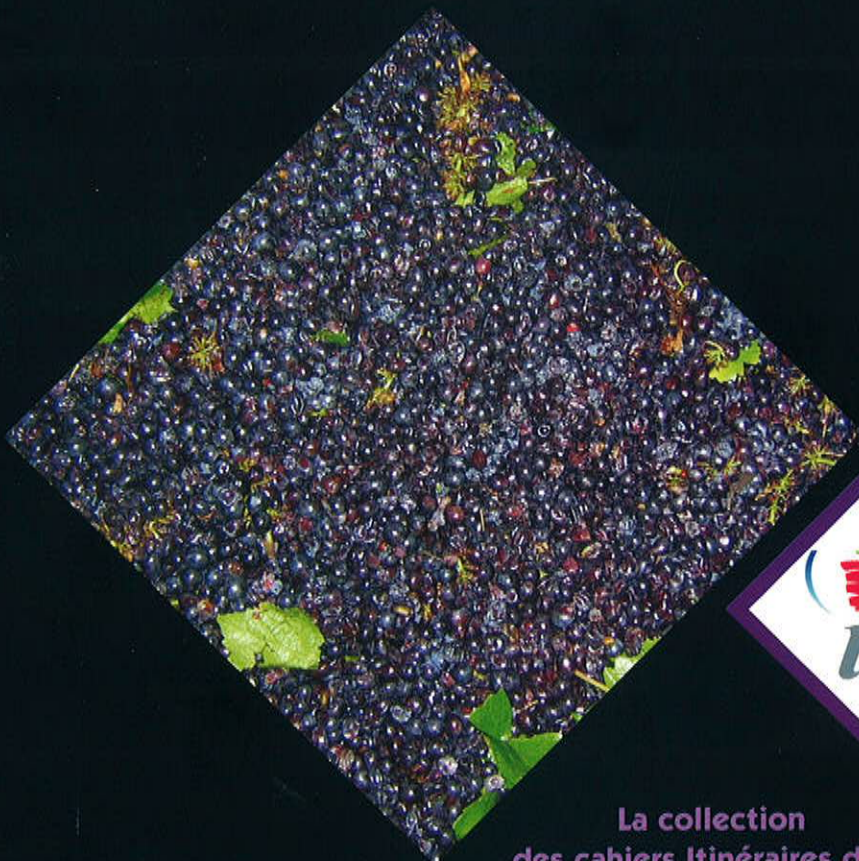
La présence de *Brettanomyces* doit être considérée comme un facteur de risque, une sonnette d'alarme, mais l'altération réelle des qualités aromatiques du vin par les phénols volatils n'est pas systématique. En effet, la production de phénols volatils dépend du niveau de contamination du vin par les levures *Brettanomyces*, de leur activité et des quantités de précurseurs de phénols volatils disponibles.

Au-delà du risque lié à la présence de *Brettanomyces* durant l'élevage des vins, il existe un second niveau de risque lié au développement de cette levure après la mise en bouteilles.

Les populations dans les vins en cours d'élevage, ou en bouteilles, peuvent atteindre jusqu'à 10^6 ufc/ml ce qui génère un dépôt important et très dépréciateur dans un premier temps pour la qualité visuelle du vin. Le second problème est l'apparition des phénols volatils responsables d'arômes de cuir voire d'écurie qui, au-delà du seuil de perception, occultent totalement les qualités originelles du vin et provoquent un rejet par le consommateur averti.

Des contrôles réguliers préventifs des populations de *Brettanomyces* permettent d'intervenir avant l'apparition des phénols volatils. De la vigne à la bouteille, **l'hygiène** du matériel doit rester une préoccupation constante pour l'élaborateur et la **stabilisation microbiologique** des vins peut alors se faire par des traitements chimiques ou par des techniques physiques de chauffage ou de filtrations stérilisantes. Toutes les actions mises en œuvre doivent être modulées en fonction des moyens dont dispose le vinificateur (maîtrise des températures, nature des matériels utilisés...) et en fonction des caractéristiques intrinsèque du vin (pH, degré...).

En tout état de cause, le vinificateur doit avoir une bonne connaissance de l'évolution microbiologique de son produit afin de pouvoir agir sur les levures *Brettanomyces* et anticiper la production des phénols volatils.



La collection des cahiers Itinéraires d'ITV France :

N° 1 : L'effeuillage de la vigne ♦ N° 2 : Maîtrise de la fermentation malo-lactique – L'ensemencement bactérien des vins ♦ N° 3 : La maîtrise du sulfitage des moûts et des vins ♦ N° 4 : L'enherbement permanent de la vigne ♦ N° 5 : Le vignoble dans le paysage ♦ N° 6 : Élevage des vins en fûts neufs de chêne ♦ N° 7 : Maîtrise des tordeuses de la grappe ♦ N° 8 : Gestion des effluents des petites et moyennes caves ♦ N° 9 : Mutage des vins ♦ N° 10 : Bonnes pratiques de manipulation des produits phytosanitaires en viticulture ♦ N° 11 : Élaboration des vins rosés : résultats d'expérimentation ♦ N° 12 : *Brettanomyces* et phénols volatils : prévenir et limiter les altérations.

Comité de relecture

Jean-Luc Berger, ITV France ♦ Lucile Blateyron, Institut Coopératif du Vin ♦ Bruno Blondin, ENSAM ♦ Philippe Cottureau, ITV France
♦ Jean-Christophe Crachereau, Chambre d'agriculture de Gironde ♦ Anne-Marie Denizot, ITV France ♦ Daniel Granes, Institut Coopératif du Vin
♦ Laurence Guérin, ITV France ♦ Michèle Guilloux-Benatier, Institut universitaire de la vigne et du vin Jules-Guyot ♦ Michel Leguay, VINIFLHOR
♦ Valérie Lempereur, ITV France ♦ Aline Lonvaud, Faculté d'œnologie de Bordeaux ♦ Laurent Massini, Inter-Rhône ♦ Christine Moulliet, VINIFLHOR
♦ Alain Poulard, ITV France ♦ Patrick Vuchot, Inter-Rhône.

Contacts

Béatrice Vincent*, ITV France – Unité de Beaune ♦ Vincent Gerbaux, ITV France – Unité de Beaune ♦ Carole Briffon, ITV France – Unité de Beaune ♦ Morvan Coarer**, ITV France – Unité de Nantes ♦ Pascal Poupault***, ITV France – Unité de Tours

* Responsable Projet "Altération microbiologique des vins"

** Responsable "Analyses génétiques : recherche et identification de *Brettanomyces*"

*** Responsable "Hygiène et Biofilm"

Remerciements

Pour la participation financière à l'édition et à la diffusion : VINIFLHOR ;
le compte d'affectation spéciale pour le développement rural et agricole géré
par le ministère de l'Agriculture et de la Pêche.

♦ Bureau interprofessionnel des vins de Bourgogne pour la
participation financière aux analyses de phénols volatils.

♦ Faculté d'œnologie de Bordeaux, Laboratoire
Pr. Bertrand pour la réalisation
des dosages de phénols
volatils.