



Techniques physiques et stabilisation microbiologique des vins : synthèse des résultats des essais de l'IFV

Travaux réalisés par :

E. Vinsonneau et M. Anneraud : IFV Bordeaux-Blanquefort - Tél : 05 56 35 58 80

emmanuel.vinsonneau@itvfrance.com

JM. Desseigne : IFV Nîmes - Tél : 04 66 20 67 00

J. Papillon : AGIR Talence - Tél : 05 57 96 83 33

A. Poulard, A. Pain : IFV Nantes - Tél : 02 40 80 39 49

E. Barrau - Stagiaire ingénieur : ESA Purpan Toulouse

A. Laugier - Stagiaire ingénieur : ESA Angers

1ère Partie : Utilisation des techniques physiques lors du mutage de vins blancs moelleux ou liquoreux

Certaines techniques physiques appliquées à l'œnologie sont devenues des outils précieux, pour le vinificateur, en permettant par exemple la réalisation d'un certain nombre d'opérations de corrections de la vendange et des vins, mais aussi de clarification ou de stabilisation microbiologique.

Face à la pression réglementaire sur la limitation de l'utilisation des intrants en œnologie, il est urgent d'acquiescer des références sur toutes techniques permettant de diminuer l'emploi de dioxyde de soufre (SO₂) dans les vins tout en conservant leur niveau qualitatif dans le cas, par exemple, de l'élaboration de vins à sucres résiduels. Des techniques physiques peuvent répondre à cet objectif et elles permettent également la réalisation de traitements préventifs ou curatifs afin d'éviter certaines altérations microbiologiques.

Aussi, dans ce contexte, l'IFV sur deux millésimes (2002-2003) a acquis des références sur trois techniques physiques : la microfiltration tangentielle (MFT), les champs électriques pulsés (CEP) et la flash pasteurisation (FP) utilisées toutes les trois, comme alternatives à l'utilisation massive de SO₂ total lors du mutage traditionnel des vins moelleux et liquoreux.

Principes et intérêts des techniques étudiées

La microfiltration tangentielle : (MFT)

La microfiltration tangentielle permet l'élimination de particules microniques en suspension dans le vin par le passage dans un milieu poreux sous l'action d'un gradient de pression (cf. schéma 1 et 2 page suivante et photo 1 ci-contre)



Photo 1 : Filtre tangential FM 20 Société Bücher Vaslin

Source IFV 2001

Schéma 1 : Principe de base de la microfiltration tangentielle.
Source : TARODO DE LA FUENTE, 1992.

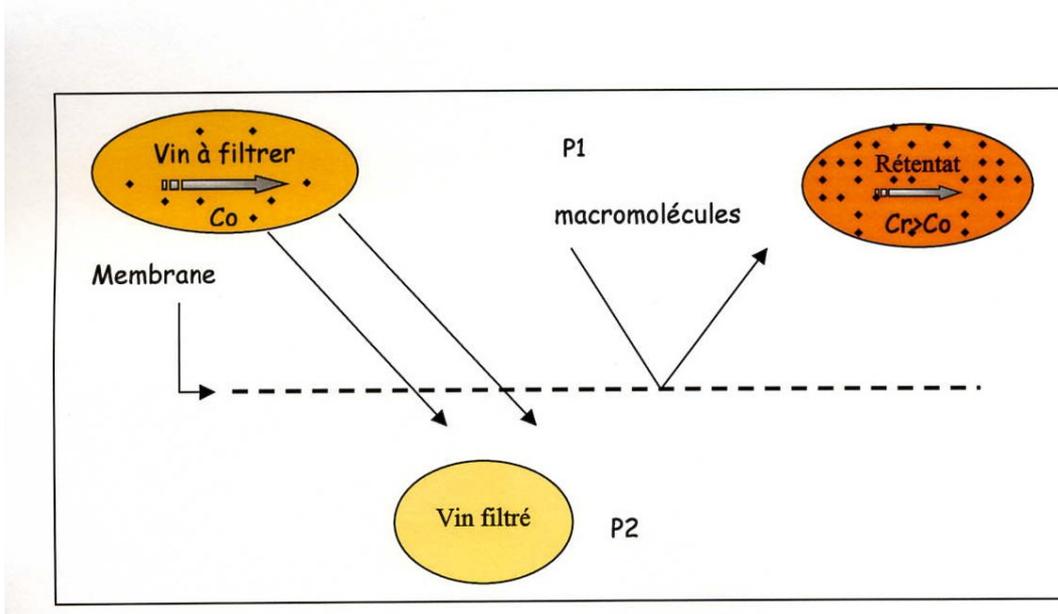
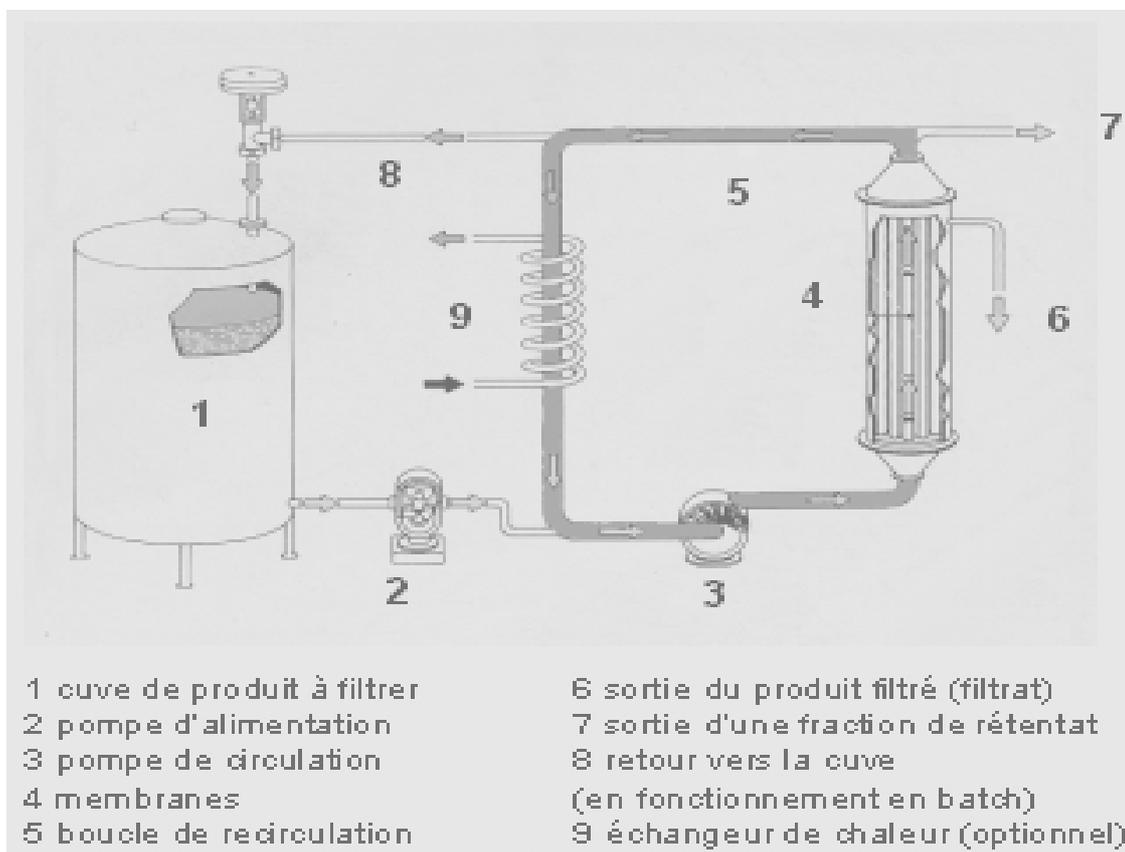


Schéma 2 : Représentation schématique d'un filtre tangential. (Source : Matévi – 1999)



Le vin circule parallèlement le long d'une membrane agissant comme une barrière sélective. Il est soumis à une pression l'entraînant à traverser la membrane poreuse. Les macromolécules sont retenues dans le rétentat qui se concentre progressivement. La microfiltration est définie par un diamètre moyen des pores de 0.2 μm . Du fait de son seuil de coupure, elle retient notamment les microorganismes de type levures et bactéries.

La microfiltration tangentielle permet d'obtenir simultanément clarification et stabilisation microbiologique des vins.

Dans le contexte actuel de respect de l'environnement, mais aussi de gestion des effluents vinicoles, et de respect de la qualité, cette filtration présente aussi d'autres avantages :

- gain de temps et de main d'œuvre (automatisation du procédé géré par un pilote et nettoyage sans démontage),
- limitation des rejets polluants solides (médiats filtrants),
- diminution des pertes de vins par la substitution d'une seule opération à plusieurs traitements,
- obtention possible de produits fermentés par arrêts de la fermentation alcoolique (ex : vins moelleux et liquoreux) et meilleur raisonnement de l'utilisation du SO_2 ,
- stabilisation microbiologique et clarification des jus de raisins, pétillants de raisins ou toutes boissons de faible degré alcoolique,
- traitement préventif ou curatif sur vins en début ou en cours d'élevage dans le but d'éliminer la flore microbienne indésirable ou dans le cas d'un arrêt de fermentation par exemple,
- clarification pour une mise en bouteilles "pauvre" en germes.

La MFT est une alternative à l'utilisation du SO_2 dans plusieurs situations.

Ces dernières années, des essais ont été réalisés sur vins secs afin d'évaluer les conséquences de la mise en œuvre de cette technique sur les caractéristiques analytiques et organoleptiques des vins. Les résultats ont souvent montré que la MFT avait peu d'incidences sur la composition analytique des vins et notamment sur les teneurs en colloïdes ou sur les teneurs en composés phénoliques des vins rouges. Les modifications constatées sont souvent quantitativement peu différentes de celles observées avec une autre technique de filtration comme la filtration sur terres.

Les résultats montrent également que les caractéristiques organoleptiques du vin traité sont peu modifiées par la MFT.

Des premiers résultats obtenus de 1999 à 2001 par l'IFV ont montré que cette technique peut être utilisée sur vins moelleux et liquoreux au moment du mutage du fait du niveau très poussé de la stabilité microbiologique obtenue et du respect des qualités organoleptiques des vins. Cependant, ces affirmations restaient à compléter.

Les champs électriques pulsés : (CEP)

Dans le but de rechercher des technologies douces et de maintenir les qualités sanitaires, nutritionnelles et organoleptiques des produits alimentaires, les champs électriques pulsés semblent posséder un potentiel intéressant (cf. photo 2 ci-contre).



Source IFV 2006

Photo 2 : Equipement de champs électriques pulsés – Agir Talence

Cette technologie, réservée aux liquides de conductivité électrique moyenne permet de réduire significativement la charge microbienne des produits sans dénaturation.

Elle repose sur la formation irréversible de pores dans la membrane d'une cellule, entraînant la migration vers l'extérieur du contenu cellulaire et ainsi sa mort.

Une cellule biologique exposée à un champ électrique pulsé (champ électrique intense : $25-50 \text{ kV.cm}^{-1}$, sous forme d'impulsions de courte durée : 1 à 10 μs , répétées entre 2 et 50 fois) de valeur suffisante, subit une perméation membranaire. Ce phénomène est plus connu sous le nom d'électroporation (phénomène mis à profit pour faire pénétrer des brins d'ADN dans une cellule, pour faciliter la fusion de deux cellules ou encore l'extraction de constituants intracellulaires). Lorsque ce champ est très important, il induit de part et d'autre de la membrane une différence de potentiel : le potentiel transmembranaire est alors plus élevé que le potentiel naturel de la cellule.

Les mécanismes de rupture des bicouches phospholipiques et des membranes sont peu connus, mais il est admis que :

- des charges fixes de signes opposés existent sur les faces de la membrane mais pas à l'intérieur (cf. schéma 3 ci-dessous),
- l'exposition à un champ électrique entraîne une accumulation de charges de surface et donc une augmentation du potentiel membranaire local,
- l'attraction des charges de signes opposés présentes sur les deux faces, provoque une compression et un amincissement de la membrane,
- l'amincissement de la membrane augmente l'attraction électrique entre les deux faces. Des ruptures locales avec formation de pores se produisent pour une certaine valeur du champ.

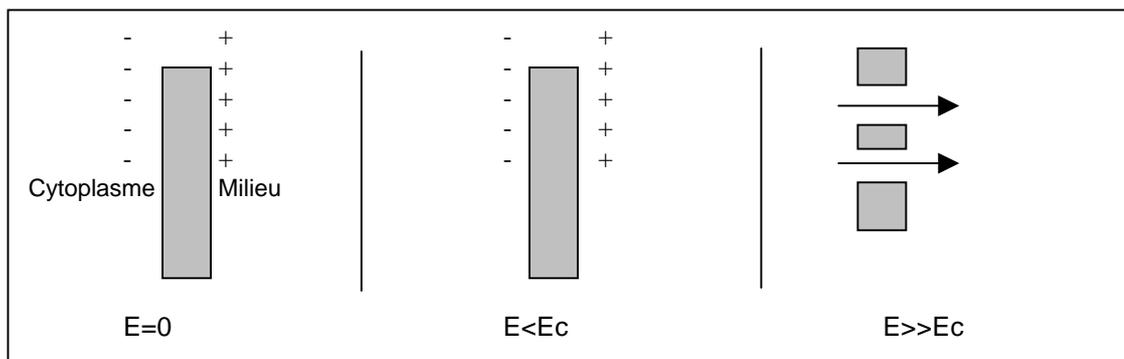


Schéma 3: Mécanisme d'action des champs électriques pulsés sur les membranes biologiques. (Source ZIMMERMANN, 1986)

L'effet des C.E.P est variable en fonction de la nature du microorganisme : les plus petites cellules sont plus difficiles à inactiver que les cellules de taille plus importante. Le champ électrique nécessaire pour provoquer la rupture de la cellule est d'autant plus élevé que son rayon est faible. Le pH et la température constituent des paramètres importants, il existe en effet, des synergies entre un pH acide, une température élevée et un traitement C.E.P

L'inactivation de divers microorganismes par les champs électriques pulsés dépend essentiellement de trois catégories de paramètres. Le taux d'inactivation peut être relié avec les conditions de traitements.

Les paramètres sont les suivants :

- **Nature et état physiologique du microorganisme** : les cellules en phase de croissance semblent plus sensibles aux champs électriques pulsés. Les bactéries GRAM – (bactéries acétiques dont les deux principaux genres rencontrés sont *Aceti* et *Gluconobacter*) et les levures sont plus sensibles que les bactéries GRAM + (bactéries lactiques, du genre *Oenococcus*, *Pediococcus* ou *Lactobacillus*).
- **Composition et résistivité du milieu** ou de l'aliment traité : le taux d'inactivation semble être d'autant plus grand que le milieu possède une résistivité élevée (faible force ionique).
- **Conditions opératoires** (intensité du champ, nombre et type d'impulsions, type de chambre de traitement...). Le taux d'inactivation est d'autant plus important que le champ est plus élevé et le nombre d'impulsions plus grand.

De manière générale, en fonction des conditions, ce type de traitement permet d'atteindre une diminution de population de 5 à 6 logarithmes pour un grand nombre de levures Pour *Saccharomyces*

cerevisiae, les modifications obtenues d'un point de vue morphologique sont très nettes : apparition de bourgeons et désorganisation de la structure cellulaire (retrait de la membrane plasmique, ruptures des membranes plasmiques et nucléaires, fuite du matériel cellulaire...). L'accroissement de la perméabilité membranaire par l'intermédiaire de l'électroporation n'est donc pas le seul mécanisme responsable de l'inactivation microbienne par les champs électriques pulsés. Pour mettre en place une telle technique, plusieurs équipements sont nécessaires (cf. photo 3 ci-dessous) :



Source IFV 2006

Photo 3 : Equipement de champs électriques pulsés – Agir Talence

- **un générateur haute tension** chargeant des condensateurs de façon continue,
- **des condensateurs** libérant l'énergie stockée par le biais d'un interrupteur (commutateur) au niveau de la chambre de traitement,
- **deux électrodes** entre lesquelles circule le produit à traiter,
- **une chambre de traitement** (comportant les électrodes) permettant selon sa configuration d'appliquer des champs perpendiculaires ou colinéaires. L'aliment placé entre les deux électrodes est donc soumis à un champ électrique.
- **un oscilloscope** mesurant la tension aux bornes des électrodes et visualisant la forme des impulsions.

Le pilote en fonctionnement à l'AGIR de Pessac (réalisé sur demande par la société Thomson) est muni de deux chambres de traitement. Le vin est donc traité successivement deux fois selon les mêmes réglages dans chacune des deux chambres. Les impulsions électriques mises en œuvre peuvent être de plusieurs types : bipolaires (tantôt positives, tantôt négatives), sinusoïdales, triangulaires ou carrées. Les impulsions carrées présentent l'avantage de délivrer une énergie électrique à la tension maximale pendant la quasi-totalité de l'impulsion, ce sont celles qui ont été retenues.

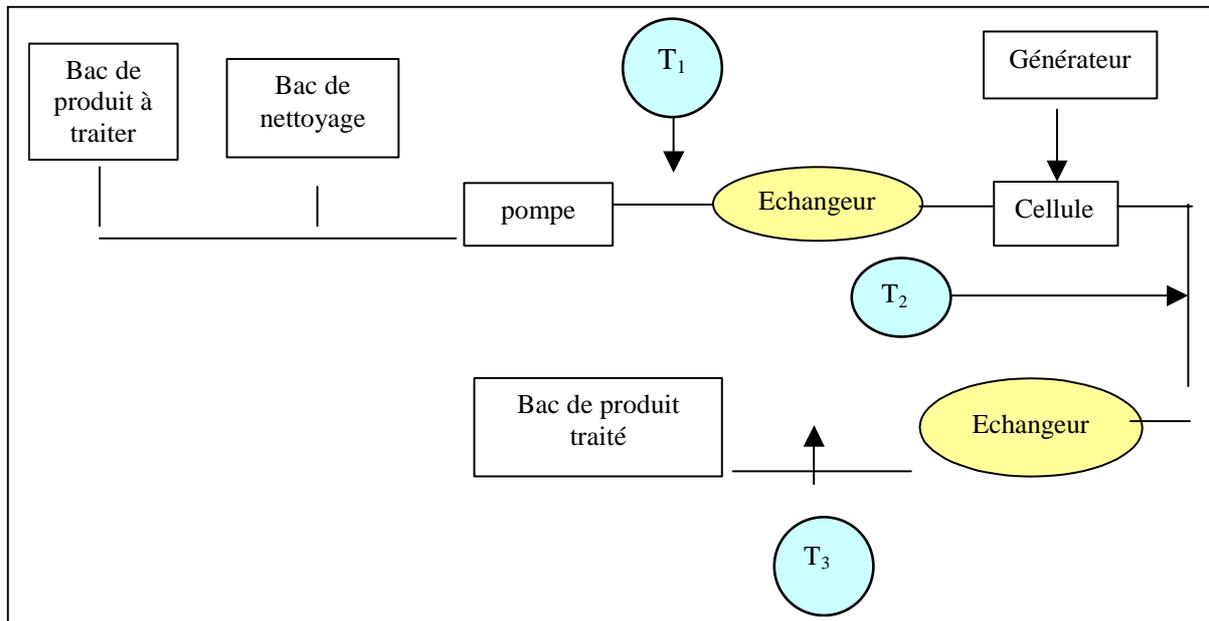
Le traitement par champs électriques pulsés dépend de nombreux paramètres :

- la tension aux bornes du générateur,
- le nombre de condensateurs placés en parallèles,
- la distance inter-électrodes,
- la résistivité de l'aliment,
- le nombre total d'impulsions,
- la nature des impulsions,
- le débit de liquide à travers la chambre de traitement.

Les paramètres de traitement choisis, dans le cadre des essais 2002 et 2003, découlent des résultats des travaux menés en 1999 et en 2000 par l'IFV et l'Agir pour lesquels un "screening" avait été réalisé afin d'optimiser le traitement. Les paramètres de traitement sont affinés en fonction de la conductivité du produit. Il a été retenu pour ces essais : une fréquence de 9Hz, 2 impulsions/ μ s et un champ électrique de 35kV/cm.

Le schéma 4 (page suivante) représente le circuit et le mode de fonctionnement du pilote utilisé par l'A.G.I.R de Pessac.

Schéma 4 : Représentation schématique du pilote de champs électriques pulsés de la plateforme AGIR. (Source : AGIR, 2000)



La Flash-pasteurisation : (FP)

L'objectif du traitement par la flash-pasteurisation est une meilleure maîtrise de la microflore d'altération des vins (levures du type Brettanomyces, bactéries acétiques et lactiques). L'éradication de ces microorganismes implique de les soumettre à des températures élevées pendant un temps relativement court afin de ne pas altérer la qualité du vin traité. Ainsi, en pratique, la flash-pasteurisation permet une élévation de la température du vin à environ 76°C au moment du mutage, pendant 20 secondes, pour éliminer les levures. Il est important de redescendre ensuite tout aussi rapidement à la température initiale du vin avant traitement (cf. photo 4 ci-dessous).



Source Paetzold 2006

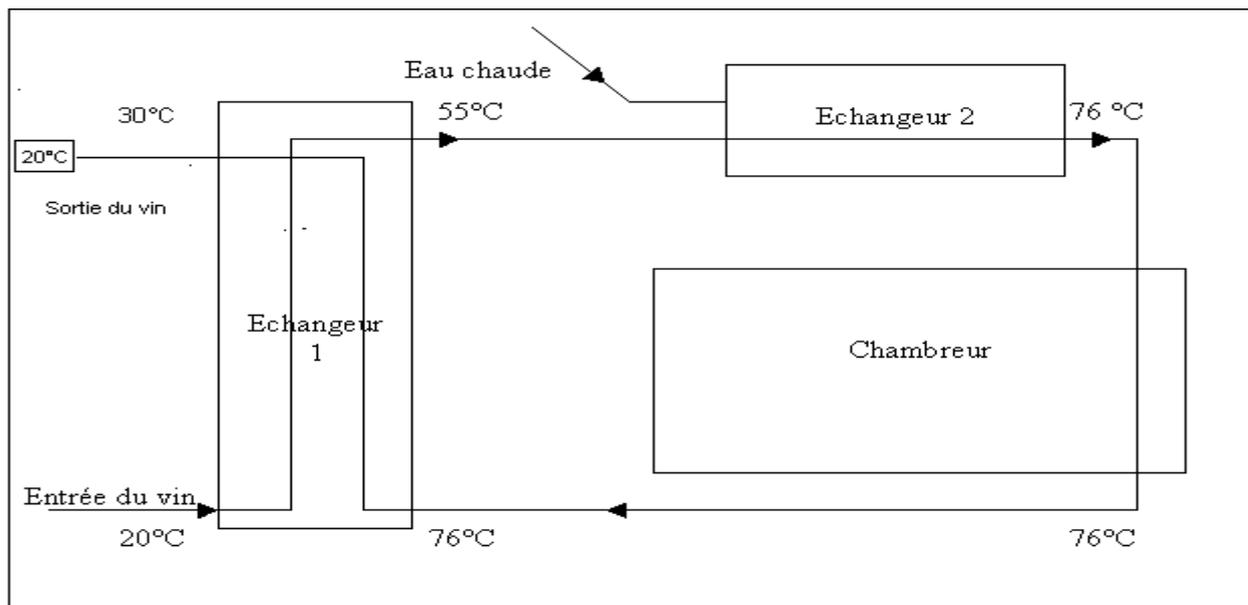
Photo 4 : Equipement de flash pasteurisation – Société Paetzold

Le vin circule dans un premier échangeur thermique (1), (cf. schéma 5 page suivante) et sa température est amenée aux alentours de 55°C, puis ce dernier passe dans un second échangeur (2) où il est chauffé précisément à 76°C. Le vin circule pendant 20 secondes dans le chambreur à 76°C.

Par la suite, il traverse à nouveau l'échangeur 1, ceci permet une diminution de sa température ($\approx 30^\circ\text{C}$) ensuite il est acheminé vers un troisième échangeur, sa température est ramenée alors à environ 20°C puis le vin est dirigé vers une cuve de réception préalablement désinfectée chimiquement.

Une chaudière fonctionnant au fuel permet de chauffer l'eau qui alimente les échangeurs 1 et 2. Le vin traité permet le réchauffement du vin froid entrant, et de même, le vin entrant refroidit le vin traité, dont la température est élevée (aux alentours de 50°C). Le débit de l'appareil peut varier de 60 à 140 hL/h.

Schéma 5 : Fonctionnement de la technique de Flash-pasteurisation.
(source : F. Benesteau-IFV France Angers)



• Essais mis en œuvre en 2002 et 2003

Dans le cadre de ces essais, quatre aspects ont été plus particulièrement étudiés : l'incidence des techniques sur la stabilisation microbiologiques des vins après mutage et la pérennité de cet effet dans le temps mais également le gain de SO_2 total pouvant être obtenu ainsi que l'incidence des traitements sur le profil analytique et les qualités organoleptiques des vins.

Pour chaque essai, une parcelle est suivie en cours de maturité. Les raisins sont vinifiés sur site en grandeur réelle et à partir des vins ainsi élaborés, les modalités des essais sont mises en œuvre au moment du mutage.

Les cinq modalités comparées sont présentées ci-dessous :

- modalité 1 (Témoin 1) : froid + soutirage + SO_2 dose déterminée par le test dit du TL 50 pour obtenir 50 mg/L de SO_2 libre après mutage et en cours d'élevage
- modalité 2 (Témoin 2) : froid + soutirage + SO_2 dose réduite
- modalité 3 : froid + microfiltration tangentielle + SO_2 dose réduite
- modalité 4 : froid + CEP + SO_2 dose réduite
- modalité 5 : froid + flash pasteurisation + SO_2 dose réduite

Des répétitions sont réalisées sur les modalités 4 et 5.

Les conditions de mise en œuvre des traitements sont présentées dans le tableau 1 (page 13). Pour les trois techniques, un certain nombre de paramètres physiques est suivi en cours de traitements et des contrôles microbiologiques sont réalisés à plusieurs moments du traitement. Des analyses physicochimiques et microbiologiques sont effectuées sur vins avant et après traitements, en cours d'élevage et après quelques mois de conservation des vins en bouteilles (cf. tableau 2 page 13).

Lors de ces essais, pour la MFT un technicien de la société Bucher Vaslin était présent sur site, il a veillé à la bonne utilisation du matériel.

En ce qui concerne la flash pasteurisation, un technicien de la société Paetzold a réalisé le traitement et pour ce qui des Champs Electriques Pulsés les traitements sont effectués au centre Agir de Pessac.

Les résultats obtenus dans le cadre de ces essais sont les suivants :

- Les trois techniques physiques (MFT, FP, CEP) n'ont pas eu d'incidences significatives sur les principaux paramètres analytiques contrôlés (TAV, sucres, AT, AV, pH, SO₂ libre, TL 50), et ceci immédiatement après mutage ou en fin d'élevage. Les vins traités par Flash Pasteurisation apparaissent en fin d'élevage un peu moins colorés (DO 420 plus faible) et leur niveau de turbidité est plus important mais ces différences s'estompent après deux ou trois ans de conservation en bouteilles (cf. graphiques 1 et 2 page 10 et tableaux 3 à 8 page 14 à 16).

- En ce qui concerne l'incidence des techniques sur la stabilisation microbiologique des vins, la MFT permet une diminution très significative, voire totale de la population levurienne après mutage (- 8 log), ainsi que des populations de bactéries acétiques et lactiques, - 3 log (cf. tableau 9 page 16). En ce qui concerne les champs électriques pulsés, leur action est plus efficace sur les levures au mutage (- 5 log) que sur les bactéries lactiques et acétiques (- 1 log). La mortalité des microorganismes augmente quelques jours après traitement (levures - 8 log).

Pour ce qui est de la Flash Pasteurisation, son efficacité est très nette sur la flore levurienne (- 8 log) ainsi que sur les bactéries lactiques, par contre, l'efficacité du traitement sur les bactéries acétiques est dans les conditions de ces essais, moyennement satisfaisante (- 2 log).

Grâce à ce niveau très poussé de stabilisations microbiennes après traitement en cours d'élevage (cf. tableau 10 page 17), ces techniques permettent d'envisager plus sereinement une diminution significative des doses de SO₂ au mutage sans risque de refermentation, à condition qu'un plan d'hygiène adapté soit respecté en cours d'élevage pour éviter les recontaminations.

Pour ce qui est du raisonnement de l'emploi du SO₂ en fin d'élevage, dans les conditions de ces essais, l'économie en SO₂ total sur les vins des modalités MFT, FP et CEP pouvant être faite en fin d'élevage, par rapport à la modalité de référence T1 (TL 50) est en moyenne de 17 à 23 %, elle est supérieure à celle de la modalité, témoin muté à l'aide dose de SO₂ réduite (T2) (cf. tableau 11 page 17 et graphique 3 page 11). Lors de millésimes où les vins seront plus combinants, l'intérêt de l'utilisation de ces techniques physiques lors du mutage, associée à une dose raisonnée de SO₂ devient intéressante pour mieux maîtriser les teneurs en dioxyde de soufre sans reprise de fermentation.

- Quant à l'impact des techniques étudiées (MFT-FP-CEP) sur les qualités organoleptiques, les résultats obtenus sur vins jeunes ne font pas apparaître de dépréciation organoleptique majeure et peu de différences significatives entre les vins sont observées. Cependant, lors des essais en 2003 (AOC Sauternes), les vins des modalités flash pasteurisation sont jugés plus fruités et avec plus de rondeur, par contre, le vin de la modalité MFT paraît moins fruité et un peu moins bien noté (cf. graphiques 4, 5 et 6 pages 11-12). Cependant, ces écarts observés sur vins jeunes se ressèrent après quelques mois de conservation en bouteilles.

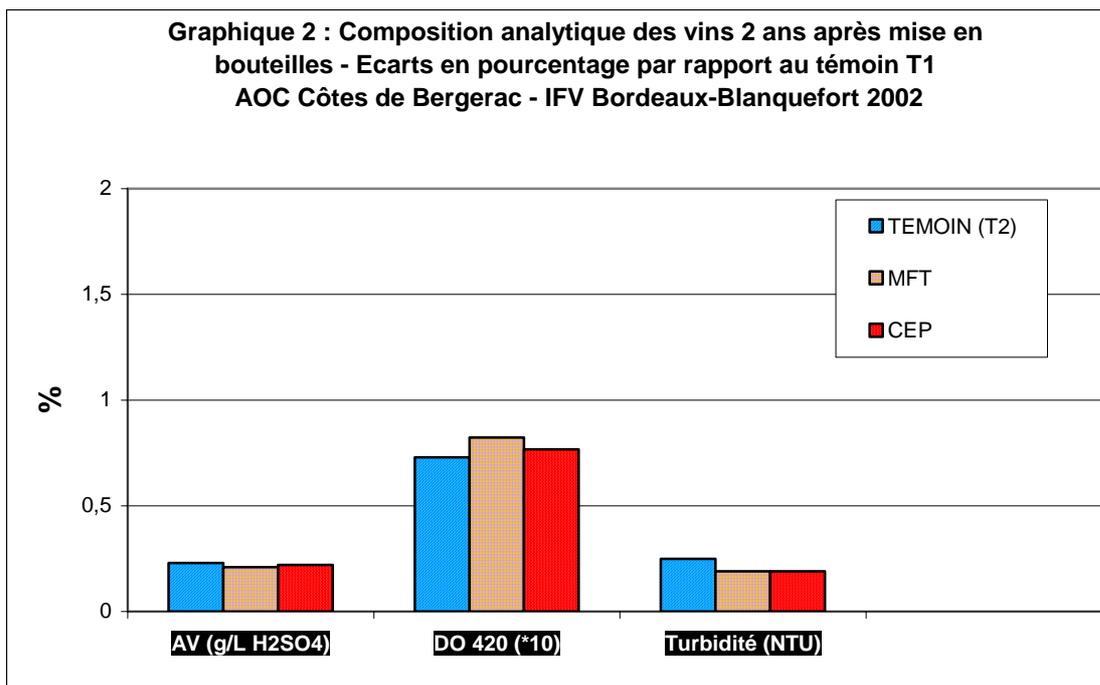
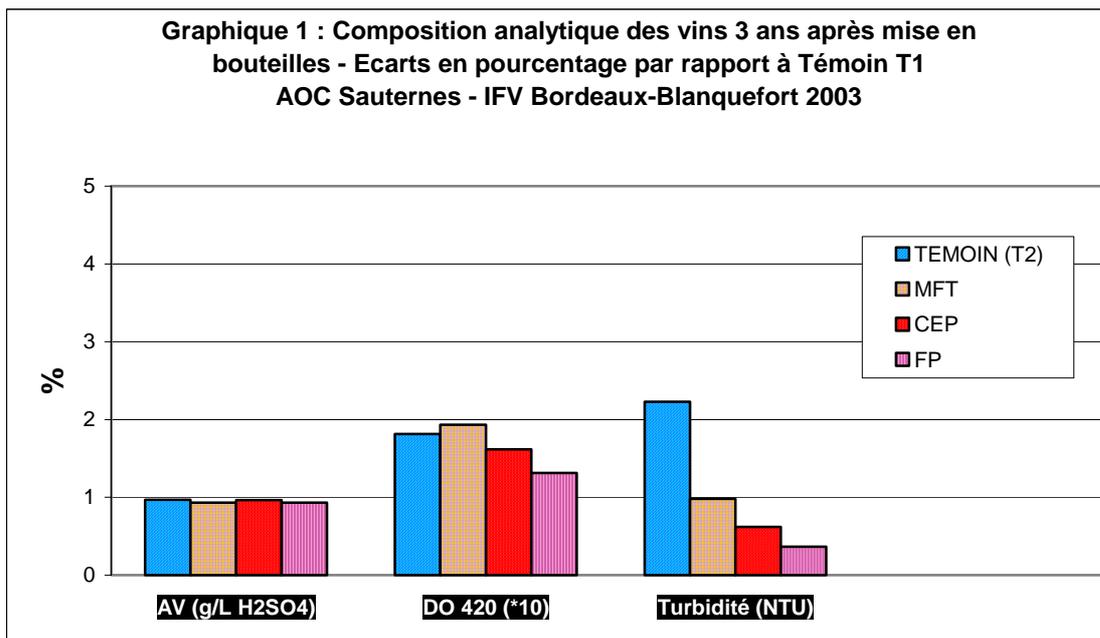
- Par ailleurs, si ces trois technologies se révèlent être intéressantes pour réaliser un mutage efficace avec des objectifs de stabilisation microbiologiques stables sur le long terme et une utilisation raisonnée du dioxyde de soufre, il apparaît que seules la MFT et la FP sont à l'heure actuelle utilisables en cave. En effet, les CEP restent à ce jour une technologie d'expérimentation, et les coûts d'investissement qu'ils représentent ne permettent pas à des caves particulières ou même à de grosses structures, de pouvoir investir actuellement sur ce type d'équipement. En revanche, la MFT et la FP sont adaptées de l'ensemble des exploitations viticoles, la MFT est financièrement plus avantageuse dans le cas d'un investissement, car elle possède l'avantage de pouvoir être utilisée pour d'autres opérations de filtration en plus du mutage, par contre, la FP peut être réalisée en prestation.

En conclusion, ces essais ont permis d'acquérir des références sur l'incidence des traitements des vins au mutage par plusieurs techniques physiques. Les résultats obtenus sont rassurants et encourageants et assez homogènes. Ils montrent que les trois techniques étudiées (CEP, MFT, FP) ont peu d'incidence sur la composition analytique et les qualités organoleptiques des vins.

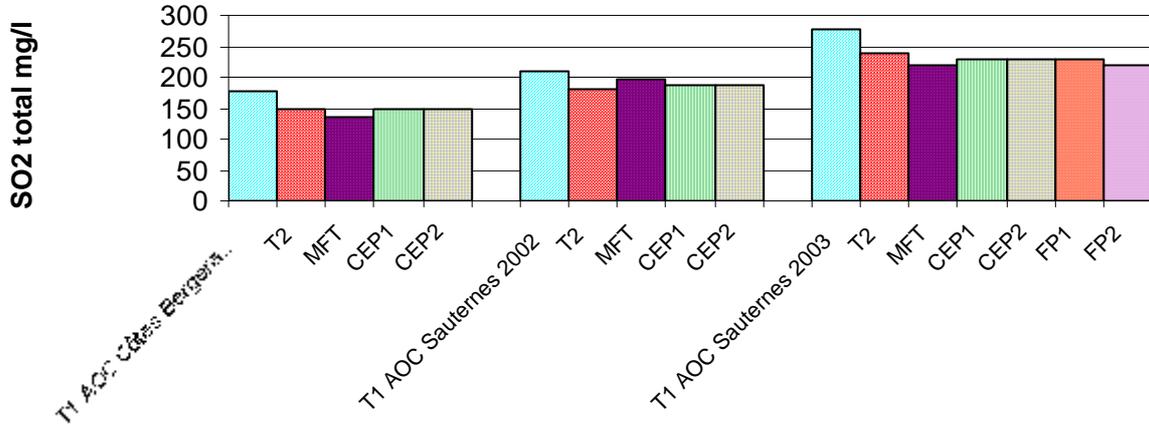
Le niveau de stabilisation microbiologique obtenu par ces techniques après mutage est très significatif, même lorsqu'elles sont associées à des teneurs faibles en SO₂, à conditions bien sûr d'éviter toutes recontaminations des vins en cours d'élevage par des conditions d'hygiène adaptées. L'utilisation de ces techniques est intéressante plus particulièrement lors des millésimes où des vins présentent un pouvoir de combinaison du SO₂ élevé. Dans un prochain article seront présentés les résultats obtenus par l'IFV sur la stabilisation microbiologique des vins rouges en cours d'élevage par utilisation des champs électriques pulsés.

Nous souhaitons remercier les techniciens des propriétés sur lesquelles les essais ont été réalisés, ainsi que les techniciens de l'Agir et des sociétés Bücher Vaslin et Paetzold pour leur participation et collaboration ainsi que le CIVB ayant cofinancé cette étude.

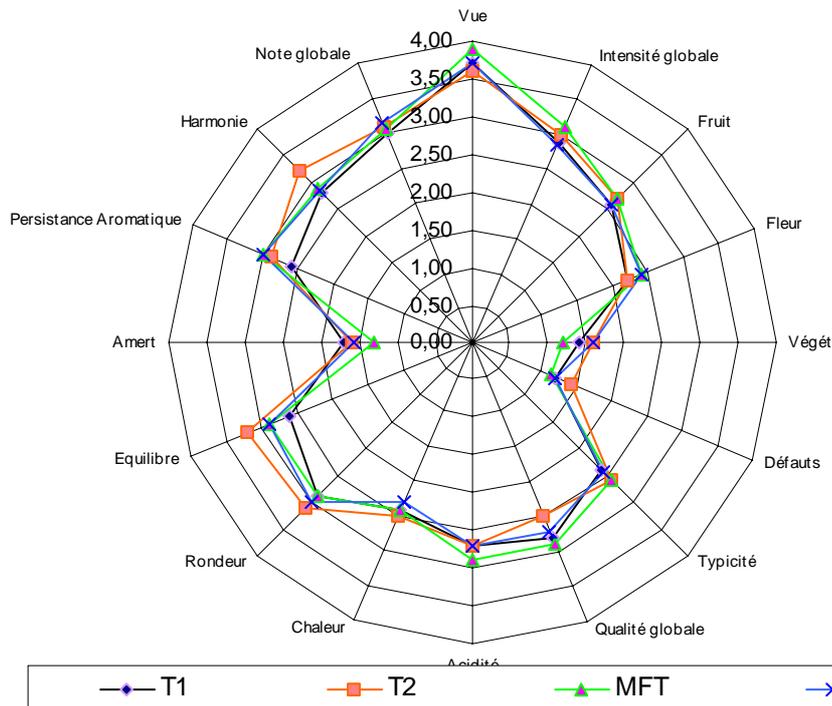
Copyright MatéVi. Toute reproduction totale ou partielle des contenus est strictement interdite. Pour pouvoir les diffuser, contactez-nous.



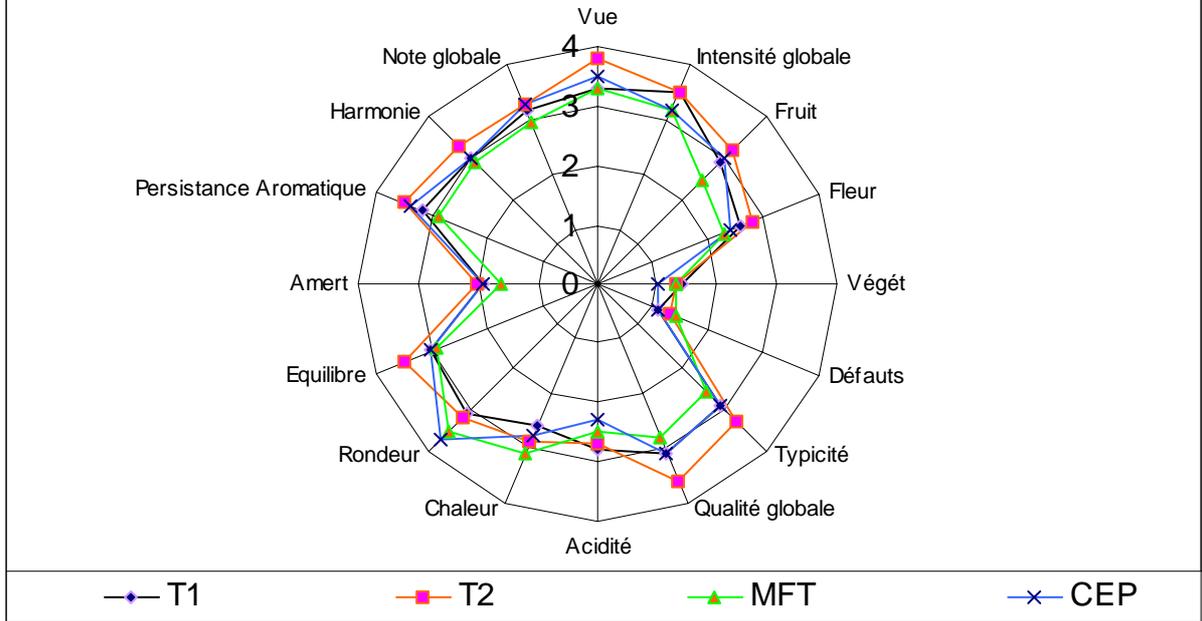
**Graphique 3 : Teneurs en SO2 total des vins à la mise en bouteilles
IFV Bordeaux-Blanquefort 2002-2003**



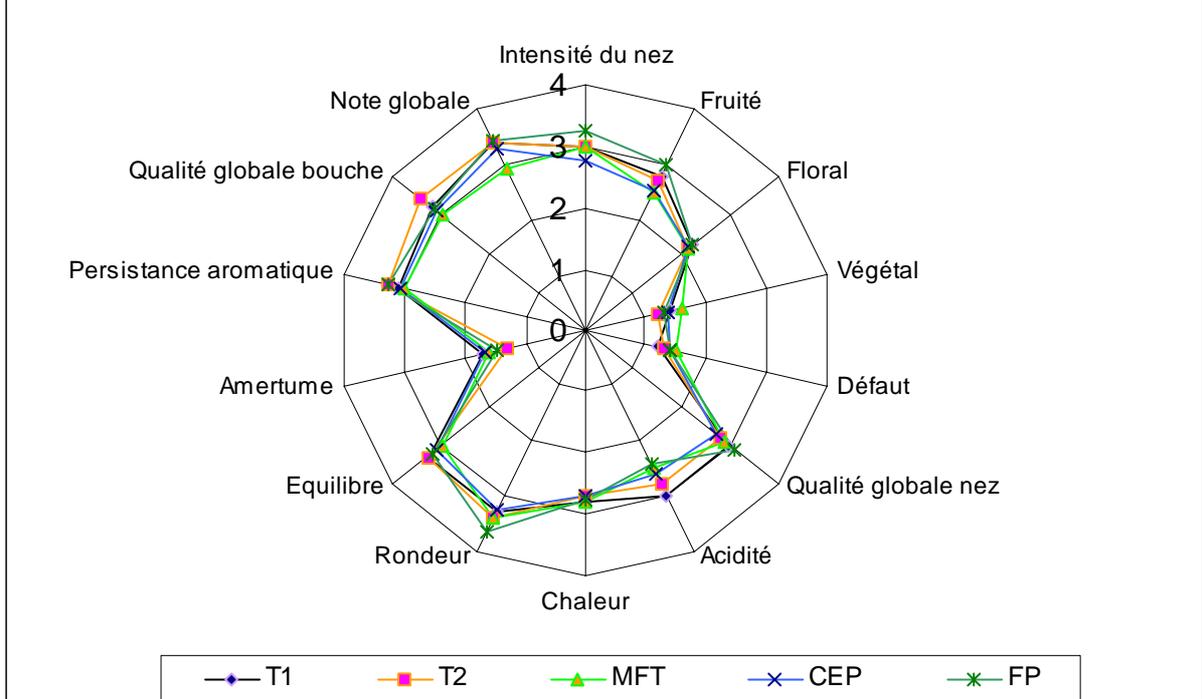
**Graphique 4 : Profil organoleptique des vins - Dégustation après 5 mois
d'élevage - AOC Côtes de Bergerac - IFV Bordeaux-Blanquefort 2002**



Graphique 5 : Profil organoleptique des vins - Dégustation après 5 mois d'élevage - AOC Sauternes - IFV Bordeaux-Blanquefort 2002



Graphique 6 : Profil organoleptique - Dégustation après 5 mois d'élevage AOC Sauternes - IFV Bordeaux-Blanquefort 2003



**Tableau 1 : Conditions de mise en œuvre des traitements
IFV Bordeaux - Blanquefort 2002-2003**

Modalités	Essai 1 : AOC Côtes de Bergerac Moelleux - 2002				Essai 2 : AOC Sauternes 2002				Essai 3 : AOC Sauternes 2003				
	T1	T2	MFT	CEP	T1	T2	MFT	CEP	T1	T2	MFT	CEP	FP
Débit moyen de traitement	-	-	4 hL	60 L/h	-	-	3 hL/h	60	-	-	3hL/h	60 L/h	140hL/h
Volume traité (hL)	-	-	5	1.3	-	-	2	1.3	-	-	2	1.5	30
Volume conservé en élevage (L)	50	30	30	30	20	20	20	20	25	25	25	30	25
Réglages ou caractéristiques			0,2 µm	2 impulsions /µs 35 KV/cm Freq = 9Hz			0,2 µm	2 impulsions /µs 35 KV/cm Freq = 9Hz			0,2 µm	2 impulsions /µs 34KV/cm Freq = 9Hz	55°C puis 76°C pendant 20 sec. précisément

**Tableau 2 : Analyses effectuées sur vins lors des essais
IFV Bordeaux-Blanquefort 2002 et 2003**

	Analyses physico-chimiques	Analyses microbiologiques
Sur jus à l'encuvage	x	x
Sur vin avant mutage	x	x
Sur vin au mutage (en cours de traitement)		x
Sur vin, 7 jours après traitement	x	x
Sur vin en cours d'élevage	x	x
Sur vin après mise en bouteilles	x	x
Sur vin 2 ans après mises en bouteille	x	

Tableau 3 : Composition analytique des vins après traitement
IFV Bordeaux – Blanquefort 2002-2003

	Essai 1 - AOC Côtes de Bergerac 2002					Essai 2 - AOC Sauternes 2002					Essai 3 - AOC Sauternes 2003						
	T1	T2	MFT	CEP1	CEP2	T1	T2	MFT	CEP1	CEP2	T1	T2	MFT	CEP 1	CEP 2	FP1	FP2
TAV % vol. 20°C	10.7	10.6	10.5	10.6	10.6	13.1	13.0	13.0	12.9	13.0	13.5	13.5	13.5	13.4	13.5	13.5	13.6
AT (g/L H ₂ SO ₄)	4.3	4.3	4.3	4.4	4.4	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	4,05	4,00	4,15	4,05	4,10	4,10	4,10
pH	3.18	3.19	3.14	3.19	3.21	3.64	3.61	3.66	3.61	3.62	3,99	3,97	3,91	3,98	3,95	3,94	3,95
AV (g/L H ₂ SO ₄)	0.25	0.27	0.26	0.27	0.27	0.50	0.50	0.49	0.51	0.49	1,20	1,21	1,20	1,22	1,16	1,21	1,12
Sucres (g/L)	55	56	54	56	56	86	86	87	86	86	162	159	162	156	160	160	158
Turbidité	>1300	>1300	3	>1300	>1300	33	33	1	59	46	84	80	2	100	78	163	159
Pop. Levurienne cell/mL	<1	<1	<1	<1	<1	3	18	<1	<1	<1	<1	86	<1	<1	<1	<1	<1
TL 50	148	152	144	157	149	194	185	184	182	187	240	230	235	235	235	230	240
SO ₂ libre	61	51	49	49	48	56	43	45	43	43	36	18	22	22	22	23	23
SO ₂ total	207	171	176	180	185	220	189	189	189	191	250	180	192	182	184	192	194

Tableau 4 : Composition analytique des vins après la mise en bouteilles
AOC Côtes de Bergerac - IFV Bordeaux-Blanquefort 2002

Modalités	TAV (% vol)	AT (g/L H ₂ SO ₄)	pH	AV (g/L H ₂ SO ₄)	DO 420 (nm)
T1	10.40	3.75	3.15	0.26	0.39
T2	10.30	3.70	3.15	0.27	0.39
MFT	10.30	3.80	3.15	0.25	0.47
CEP1	10.40	3.70	3.17	0.27	0.38
CEP2	10.40	3.70	3.17	0.27	0.39

Tableau 5 : Composition analytique des vins à la mises en bouteilles - AOC Sauternes - IFV Bordeaux-Blanquefort 2002

Modalités	TAV (% vol)	AT (g/L H ₂ SO ₄)	pH	AV (g/L H ₂ SO ₄)	DO 420 (nm)
T1	13.10	3.60	3.64	0.47	0.43
T2	13.00	3.60	3.63	0.52	0.46
MFT	13.00	3.60	3.62	0.51	0.42
CEP1	12.90	3.50	3.61	0.51	0.43
CEP2	12.90	3.60	3.61	0.52	0.44

Tableau 6 : Composition analytique des vins à la mise en bouteilles - AOC Sauternes - IFV Bordeaux-Blanquefort 2003

	T.A.V.% vol	pH	A.T g/L H ₂ SO ₄	A.V g/L H ₂ SO ₄	DO 420 (nm)
T1	13,50	4.02	3.70	1.09	0.14
T2	13.40	4.02	3.65	1.12	0.12
MFT	13.30	3.95	3.75	1.09	0.14
CEP1	13.40	4.02	3.65	1.09	0.11
CEP2	13.50	3.99	3.70	1.09	0.12
FP1	13.40	3.98	3.50	1.04	0.10
FP2	13.30	4.01	3.60	1.00	0.10

Tableau 7 : Composition analytique des vins 3 ans après mise en bouteilles - IFV Bordeaux-Blanquefort 2002

Modalités	T1	T2	MFT	CEP
A.V (g/L H₂SO₄)	0.23	0.23	0.21	0.22
DO 420 (*10)	0.77	0.73	0.82	0.77
SO2 libre (mg/L)	31	25	19	20
Turbidité (NTU)	0.2	0.3	0.2	0.2

Tableau 8 : Composition analytique des vins 2 ans après mise en bouteilles - IFV Bordeaux-Blanquefort 2003

Modalités	T1	T2	MFT	Moyenne CEP	Moyenne FP
A.V (g/L H₂SO₄)	0.97	0.97	0.93	0.97	0.93
DO 420 (*10)	1.69	1.82	1.93	1.6	1.31
SO2 libre (mg/L)	29	19	18	20	21
Turbidité (NTU)	0.6	2.2	1.0	0.6	0.4

Tableau 9 : Contrôles microbiologiques en cours de traitement - AOC Sauternes - IFV Bordeaux - Blanquefort 2003.

	Echantillons	Levures totales (UFC/mL)	Bactéries acétiques (UFC/mL)	Bactéries lactiques (UFC/mL)
MFT	Avant traitement	1. 10 ⁸	1. 10 ³	3. 10 ³
	Après traitement	< 1	< 1	< 1
	Efficacité	- 8 log	- 3 log	- 3 log
	J 0 + 7	< 1	< 1	< 1
	Efficacité	- 8 log	- 3 log	- 3 log
CEP	Avant traitement	1. 10 ⁸	1. 10 ³	3. 10 ³
	Après traitement	1,3 10 ³	102	3,5 10 ²
	Efficacité	- 5 log	-1 log	-1 log
	J 0 + 7	< 1	15	38
	Efficacité	- 8 log	- 1 log	- 2 log
FP	Avant traitement	1. 10 ⁸	1. 10 ³	3. 10 ³
	Après traitement	< 1	50	< 1
	Efficacité	- 8 log	- 1,5 log	- 3 log
	J 0 + 7	< 1	70	145
	Efficacité	- 8 log	- 1,5 log	- 1 log

Tableau 10 : Evolution des populations levuriennes viables en cours d'élevage (UFC/mL) - IFV Bordeaux - Blanquefort 2002-2003

	Essai 1 : AOC Côtes de Bergerac - 2002			Essai 2 : AOC Sauternes 2002			Essai 3 : AOC Sauternes 2003		
	Avant mutage	5 à 7 j. après mutage	21 j. après mutage	Avant mutage	5 à 7 j. après mutage	21 j. après mutage	Avant mutage	J+7 j. après mutage	J+21 j. après mutage
T1	2,4.10 ⁷	< 1	< 1	1,7.10 ⁷	3	< 1	1.10 ⁸	< 1	< 1
T2	2,4.10 ⁷	< 1	< 1	1,7.10 ⁷	18	5	1.10 ⁸	86	15
MFT	2,4.10 ⁷	< 1	< 1	1,7.10 ⁷	< 1	10	1.10 ⁸	< 1	< 1
CEP1	2,4.10 ⁷	< 1	< 1	1,7.10 ⁷	10	< 1	1.10 ⁸	< 1	< 1
CEP2	2,4.10 ⁷	< 1	< 1	1,7.10 ⁷	< 1	< 1	1.10 ⁸	< 1	< 1
FP1	2,4.10 ⁷						1.10 ⁸	< 1	< 1
FP2	2,4.10 ⁷						1.10 ⁸	< 1	< 1

Tableau 11 : Gestion du SO₂ - Synthèse des résultats - IFV Bordeaux-Blanquefort 2002-2003

Modalités	Essai 1 : AOC Côtes de Bergerac Moelleux - 2002					Essai 2 : AOC Sauternes 2002					Essai 3 : AOC Sauternes 2003						
	T1	T2	MFT	CEP1	CEP2	T1	T2	MFT	CEP1	CEP2	T1	T2	MFT	CEP1	CEP2	EP1	EP2
Dose de SO₂ au mutage g/hL	17	14	14	14	14	20	16.5	16.5	16.5	16.5	17	12	12	12	12	12	12
SO₂ libre souhaité (mg/l)	50	30	30	30	30	55	40	40	40	40	50	35	35	35	35	35	35
Nombre de réajustement en cours d'élevage	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
SO₂ total à la mise en bouteilles mg/l	179	150	137	147	147	209	182	198	189	186	276	240	220	228	228	218	220
Economie en SO₂ total par rapport au témoin T1 après mise en %	-	16 %	23 %	18 %	18 %	-	13 %	5 %	10 %	11 %	-	13 %	20 %	17 %	17 %	21 %	20 %