



*MATINEE TECHNIQUE*  
O<sub>2</sub> et CO<sub>2</sub> : ni trop, ni  
trop peu.

Mai 2008



**BOURGOGNES**

*Bureau Interprofessionnel  
des Vins de Bourgogne*

## SOMMAIRE

### **CONTRÔLE DE L'OXYGENATION PENDANT LA FERMENTATION ALCOOLIQUE.....p 1**

- Oxygène et œnologie.....p 2
- Rôle de l'oxygène.....p 2
- Besoin en oxygène.....p 2
- Importance du moment d'ajout d'oxygène.....p 3
- Importance des bourbes.....p 3
- O<sub>2</sub> et problèmes fermentaires.....p 4
- Intérêt des ajouts O<sub>2</sub>-N.....p 5
- Importance du moment d'ajout.....p 6
- Efficacités des ajouts O<sub>2</sub>-N.....p 7
- Conséquences des ajouts O<sub>2</sub>-N.....p 8
- Maîtrise de l'oxygénation.....p 8
- Conclusion.....p 11

### **INTERÊT DE L'UTILISATION DE LA GLACE CARBONIQUE EN VINIFICATION DE RAISINS DE PINOT NOIR.....p 12**

- Contexte.....p 13
- Principaux objectifs de la démarche « Itinéraires Techniques de Progrès ».....p 13
- Principes des itinéraires mis en place depuis 2004 .....p 13
- Résultats.....p 14
- Conclusion.....p 16

**IMPORTANCE DU CO<sub>2</sub> DANS LES VINS.....p 17**

- Introduction.....p 18
- Teneurs des vins en CO<sub>2</sub>.....p 19
- Incidence gustative : expérience du Centre Œnologique de Bourgogne.....p 20
- Adapter la teneur en CO<sub>2</sub> selon le millésime et selon le vin.....p 21
- Contrôler et régler le taux de CO<sub>2</sub>.....p 21

**MAÎTRISE DE L'OXYGENE DISSOUS DANS LES VINS BLANCS :  
RAPPELS .....p 23**

- Bilan des apports en oxygène au cours de la préparation à la mise en bouteilles.....p 24
- Bilan des apports en oxygène lors de la mise en bouteilles.....p 25
- Des objectifs ambitieux mais réalisables.....p 26

**DISCUSSION AVEC LA SALLE.....p 27**

# **CONTRÔLE DE L'OXYGENATION PENDANT LA FERMENTATION ALCOOLIQUE**

**Jean-Marie Sablayrolles  
INRA Montpellier**

## OXYGENE ET OENOLOGIE

---

L'utilisation de l'oxygène est encore parfois mal maîtrisée, bien que celui-ci remplisse un rôle reconnu depuis longtemps.

Certaines pratiques actuelles vont dans le sens d'une diminution de l'oxygène disponible.

La maîtrise de l'oxygénation est une étape importante, notamment pour la vinification en blanc.

Au cours de la vinification, les levures ont besoin d'oxygène mais il est aussi un substrat pour des systèmes enzymatiques qui génèrent des phénomènes d'oxydation.

## RÔLE DE L'OXYGENE

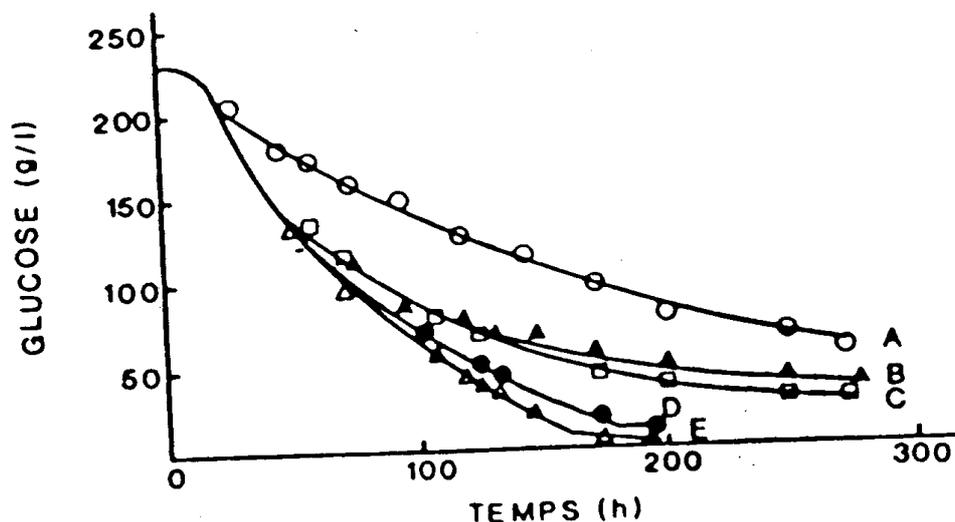
---

La fonction principale de l'oxygène est de permettre la synthèse lipidique. En effet, il va être utilisé par la levure pour synthétiser des acides gras saturés et des stérols. Ces composés sont utiles à la levure car ils permettent une meilleure résistance de la membrane à l'éthanol. Il est important de gérer son apport car il constitue un facteur de survie des levures, plus qu'un facteur de croissance.

Les quantités nécessaires sont relativement faibles. En effet, la levure ne respire pas, elle n'a donc besoin que de quelques mg/l.

## BESOIN EN OXYGENE

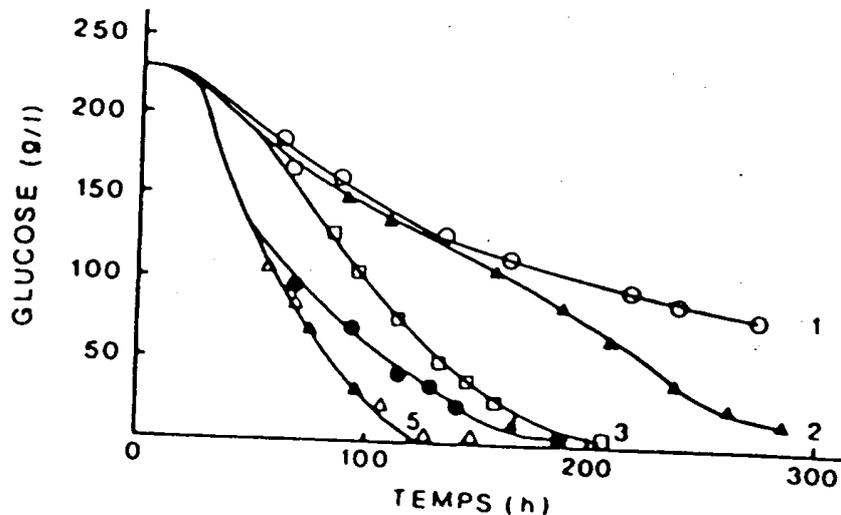
---



La quantité maximale d'oxygène nécessaire pour que la fermentation alcoolique se déroule correctement se situe entre **10 et 20 mg/l**.

## IMPORTANCE DU MOMENT D'AJOUT

---



L'autre question importante est le moment d'ajout de l'oxygène. La même quantité ajoutée à des moments différents n'aura pas le même impact sur le déroulement de la fermentation.

La fermentation alcoolique se déroule en deux phases :

- une phase de croissance durant laquelle il y a multiplication des levures.
- une seconde phase durant laquelle les levures ne se multiplient plus mais continuent à fermenter.

La meilleure période pour ajouter l'oxygène dans le milieu est la fin de la phase de croissance, soit environ au **¼ de la fermentation**, ce qui correspond à une perte de densité d'environ 20 points.

Le raisonnement par rapport au risque d'oxydation conduit à la même conclusion.

Si l'oxygène est apporté au début de la fermentation, il y a peu de levures et donc peu de besoin en oxygène et à l'inverse les systèmes enzymatiques impliqués dans les réactions d'oxydation sont les plus actifs à ce moment-là.

Par contre, en fin de phase de croissance, il y a d'avantage de levures et donc des besoins en oxygène plus importants. A l'inverse, les systèmes enzymatiques sont inhibés donc moins actifs.

## IMPORTANCE DES BOURBES

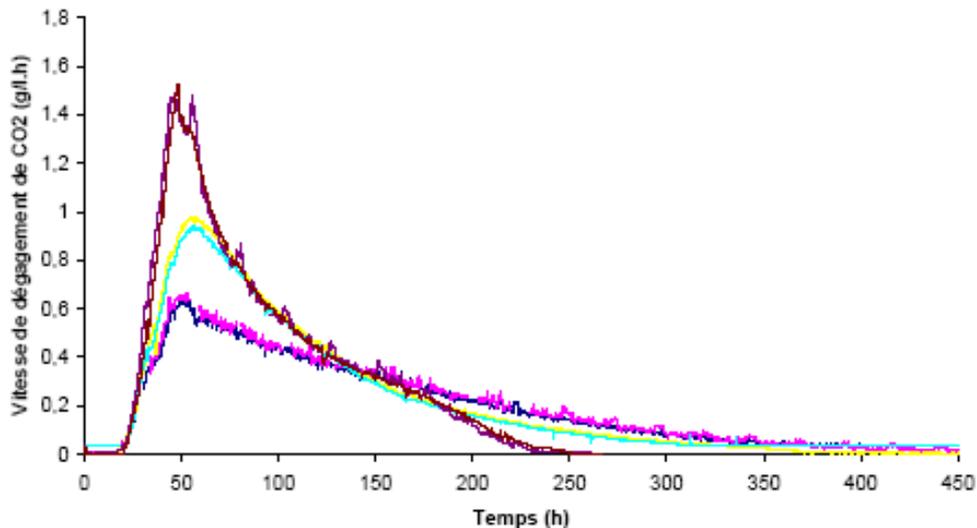
---

Les bourbes jouent plusieurs rôles.

Elles ont un rôle physique car elles facilitent la nucléation du gaz carbonique et donc la formation de bulles, ce qui va entraîner un dégazage du milieu.

Elles constituent également la principale source de composés lipidiques qui vont se diffuser dans le moût, ce qui va diminuer les besoins en oxygène de la levure. Du fait de cette composition lipidique, elles vont également avoir des conséquences sur l'acidité volatile.

Il est donc important de maîtriser la turbidité des moûts (blancs) et de l'ajuster à 100 NTU environ en conservant les bourbes fines plus efficaces.



Ce schéma montre la vitesse de dégagement de gaz carbonique au cours de la fermentation alcoolique, qui est proportionnelle à la vitesse de fermentation. Le suivi de ce dégagement pour suivre la fermentation alcoolique est plus fin, que les suivis classiques, car il est directement corrélé à l'activité des levures.

La vitesse maximale de production de gaz carbonique est atteinte à la fin de la phase de multiplication des levures. Ensuite, cette vitesse diminue car les levures perdent de leur activité en raison de la présence de plus en plus importante d'éthanol dans le milieu.

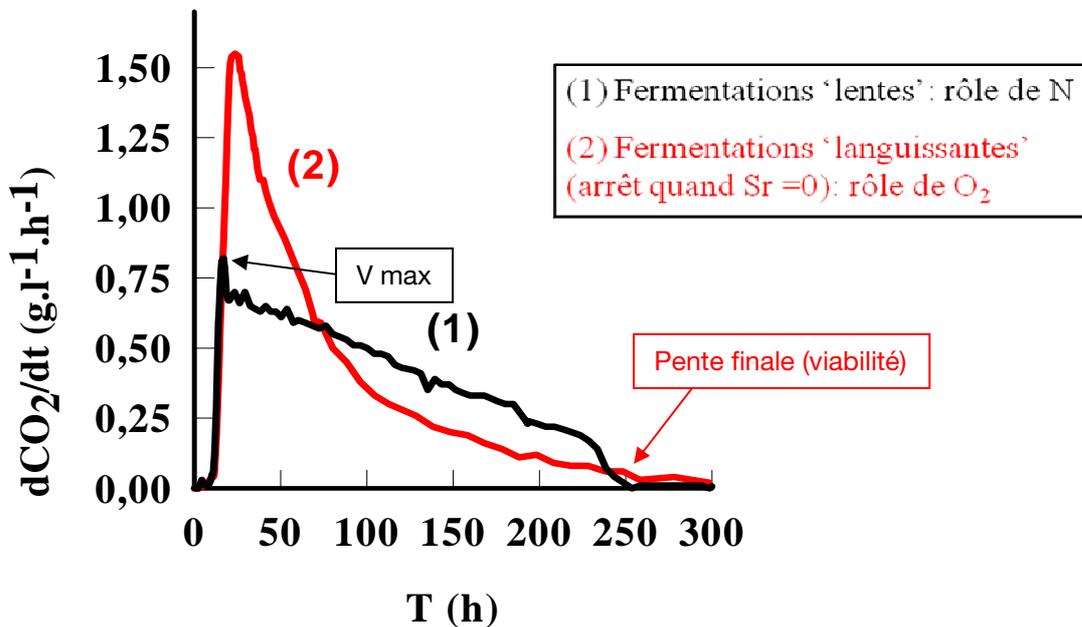
3 teneurs différentes en bourbes ont été ajoutées : 0, 0,4 et 3 %. Cette quantité a un impact sur la durée et la vitesse de fermentation.

## O<sub>2</sub> ET PROBLEMES FERMENTAIRES

---

La définition d'un problème fermentaire est un peu délicate.

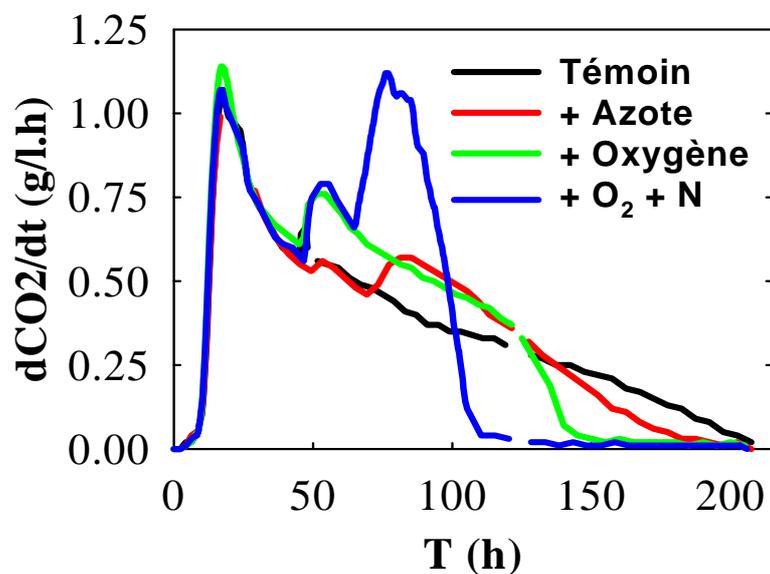
Deux grands types de problèmes distincts peuvent être définis même s'ils sont rarement différenciés dans la pratique : **les fermentations lentes et les fermentations languissantes.**



Quand la fermentation alcoolique est **lente**, la vitesse est faible tout au long de la fermentation mais elle se termine. Ce problème est typiquement lié à une carence en azote assimilable du milieu. Si on ajoute de l'azote, la vitesse de fermentation augmente. Ce type de fermentation n'est pas forcément considéré comme « à problème ».

Quand la fermentation alcoolique est **languissante**, elle a du mal à se terminer. Dans ce cas, un apport d'oxygène est particulièrement efficace, les levures ayant une meilleure viabilité finale.

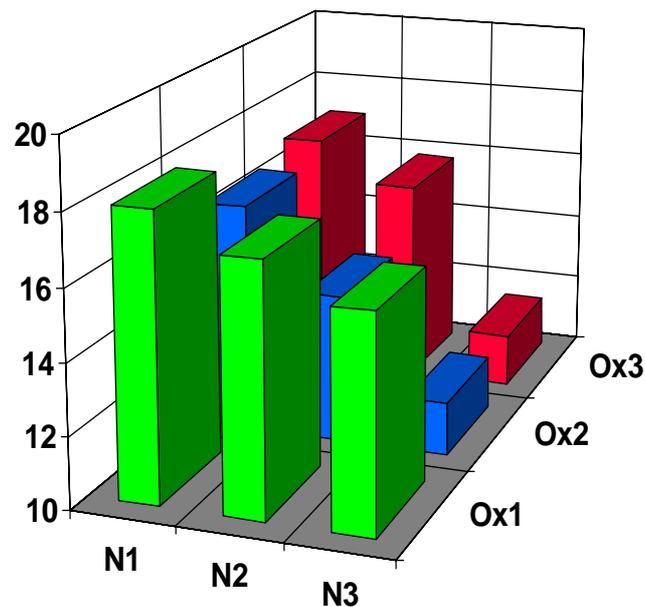
## INTERÊT DES AJOUTS COMBINÉS $O_2$ -N



Il est difficile de savoir si le type de problème fermentaire est une fermentation lente ou une fermentation languissante. Aussi, le plus souvent un ajout combiné d'oxygène et d'azote est souhaitable.

Dans cet exemple, 5 mg/l d'oxygène et 60 mg/l d'azote (sous forme d'ammonium) sont ajoutés. L'effet est très nettement visible puisque la durée de fermentation passe de 250 heures à 100 heures lorsqu'il y a eu un ajout combiné.

## IMPORTANCE DU MOMENT D'AJOUT



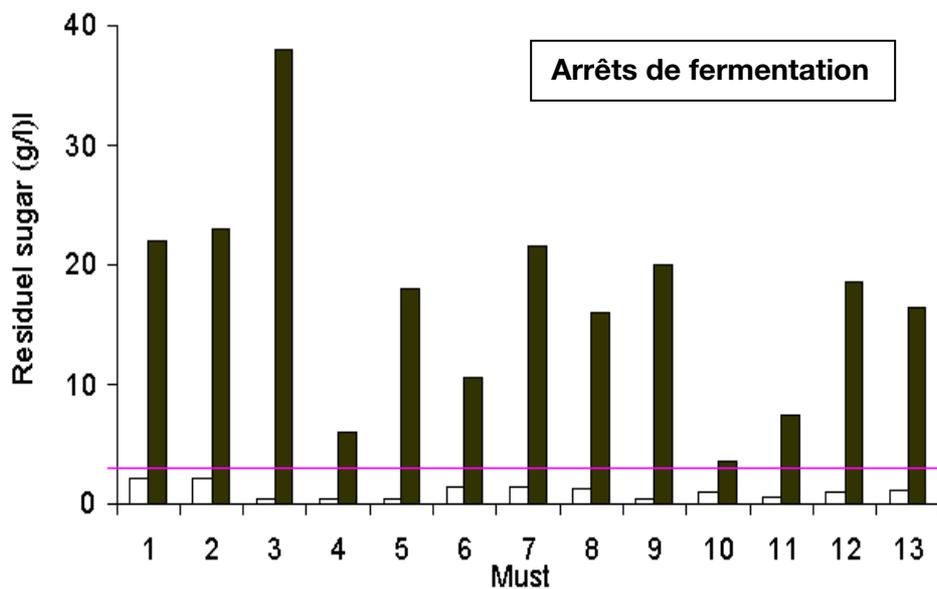
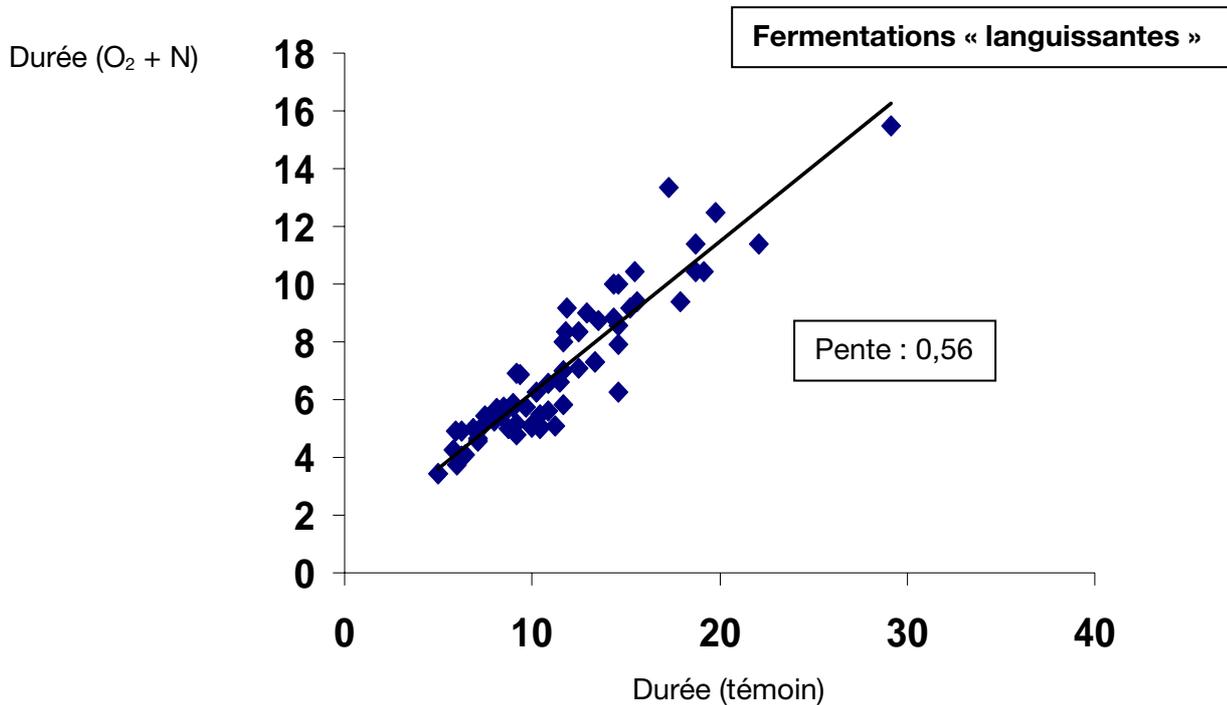
Ajouts : 5 mg/l O<sub>2</sub> et 60 mg/l d'N.

- 1 : début de FA – levurage
- 2 : fin de la phase de croissance, ¼ FA
- 3 : mi-FA

L'ajout des deux en début de FA donne le plus mauvais résultat, identique au témoin qui n'apparaît pas sur le graphique.

Le meilleur moment pour réaliser l'ajout combiné est la **mi-FA**.

## EFFICACITE DES AJOUTS O<sub>2</sub>-N



Ces deux figures montrent les résultats obtenus avec 72 moûts « à problèmes » conduisant soit à des fermentations languissantes, soit à des arrêts de fermentation.

**Conclusion : l'ajout combiné d'oxygène et d'azote a toujours été efficace.**

## CONSEQUENCES DES AJOUTS O<sub>2</sub>-N

---

3 moûts supplémentés en azote et oxygène (addition de 60 mg/l d'azote et de 5 mg/l d'oxygène) ont aussi été analysés au niveau sensoriel par test triangulaire.

Il n'est ressorti aucune différence significative.

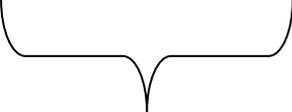
Si l'ajout d'oxygène est bien fait, il n'entraînera donc pas de modification importante, notamment au niveau de l'acidité volatile.

L'impact de l'ajout combiné est faible et négligeable d'un point de vue organoleptique.

Il est important de raisonner et maîtriser la quantité d'oxygène apportée. L'ajout (excessif) de 50 mg/l d'oxygène sur un moût de Sauvignon a été réalisé à l'échelle expérimentale (100 l).

- Conséquence sur la couleur (mesure de densités optiques : jaune, orange, rouge)

	Témoin	+ 5 mg/l	+ 50 mg/l
<b>DO 420</b>	0,108	0,103	0,135
<b>DO 520</b>	0,037	0,042	0,103
<b>DO 620</b>	0,010	0,010	0,027

  
Différences non significatives

- Analyse organoleptique : des différences significatives entre le témoin et le vin supplémenté avec 50 mg/l d'oxygène apparaissent en test triangulaire.

L'ajout excessif d'oxygène a des conséquences néfastes sur la couleur et sur les caractéristiques sensorielles du vin.

**Conclusion : il est nécessaire de contrôler l'apport en oxygène.**

## MAÎTRISE DE L'OXYGENATION

---

Il n'est pas nécessaire de mesurer très précisément la quantité d'oxygène transférée dans le milieu mais il faut connaître l'ordre de grandeur de l'ajout pour éviter :

- Les ajouts insuffisants donc inefficaces
- Les ajouts excessifs qui peuvent altérer la qualité du produit.

La seule forme de l'oxygène utilisable par les levures est l'oxygène dissous (oxygène transféré).

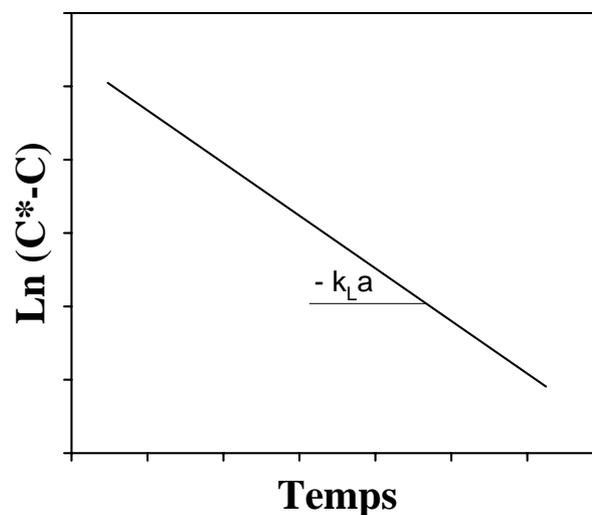
Un moût saturé en air, à 20°C contient environ 7 mg/l d'oxygène, valeur voisine de ce qui est nécessaire aux levures. Il est cependant souhaitable d'oxygéner ou d'aérer en cours de fermentation lorsqu'il y a dégagement de CO<sub>2</sub> et consommation d'oxygène par les levures au fur et à mesure de l'ajout.

Il est difficile de mesurer directement l'oxygène transféré. En effet, il ne suffit pas de plonger une sonde à oxygène dans le moût, car la vitesse de consommation est souvent aussi élevée que la vitesse d'apport.

Pour connaître la part d'oxygène dissoute, il est nécessaire de faire un étalonnage préalable.

Un moût est désaéré grâce à une sonde à oxygène, la quantité d'oxygène dissous est mesurée au fur et à mesure du temps. Le coefficient de transfert d'oxygène ( $k_L a$ ) peut être calculé de la façon suivante :

Courbe d'étalonnage :



C : concentration en O<sub>2</sub> dissous, C\* : concentration saturante en O<sub>2</sub> dissous

### Comment faire un ajout d'oxygène ?

- Le bullage

La quantité transférée sera fonction de la taille des bulles, du débit,...

Il existe plusieurs dispositifs :





Le transfert d'oxygène peut avoir une cinétique qui va de quelques milligrammes à 10 mg/h.

Lorsque l'étalonnage n'est pas réalisé, mais que le dispositif est pourvu d'un débitmètre, il est généralement possible d'estimer l'ordre de grandeur de la quantité d'oxygène transférée en considérant que le rendement de transfert est au moins égal à 50 %.

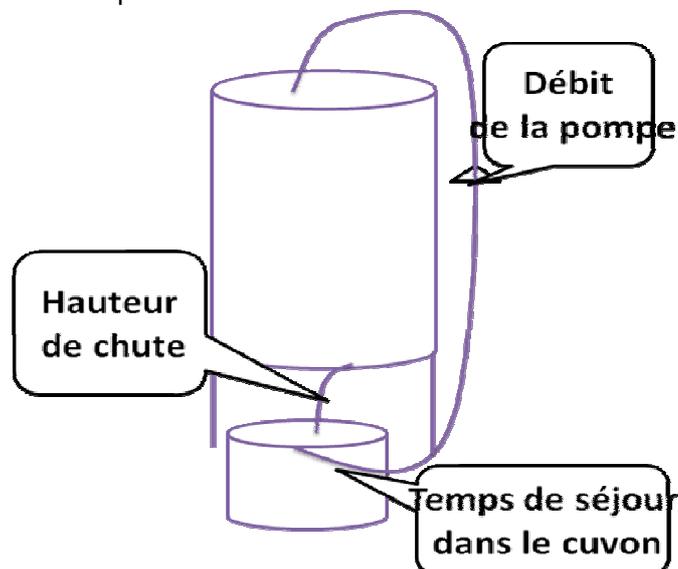
Pour apporter 10 à 20 mg/l d'oxygène, il faut donc ajouter 5 à 10 ml d'O<sub>2</sub> et donc 5 fois plus d'air.

La durée d'ajout est variable de quelques minutes à quelques heures.

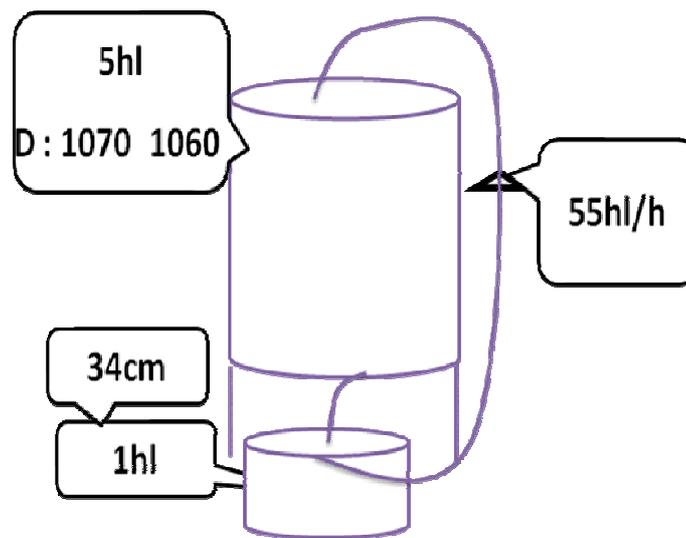
- Les remontages

Le transfert est fonction de plusieurs paramètres : hauteur de chute, temps de séjour dans le cuvon, débit de la pompe....

Il est très difficile à mesurer précisément.



Exemple :



Dans cet exemple, la vitesse de transfert était de 29 mg/l.h. Le remontage de 2 fois le volume de la cuve a été nécessaire pour apporter la quantité d'oxygène souhaitée.

Ce n'est pas systématiquement applicable, ni généralisable mais cela permet d'avoir un ordre grandeur.

## CONCLUSION

---

La maîtrise de l'oxygénation pendant la fermentation alcoolique est essentielle car elle permet le bon déroulement (et l'achèvement) de celle-ci.

L'ajout d'oxygène nécessite une approche raisonnée :

- importance de la quantité ajoutée et du moment de l'ajout
- compatibilité avec les autres pratiques œnologiques (blancs)

Cela reste réalisable dans la pratique car il n'est pas nécessaire d'avoir une quantification très précise ou de recourir à une technologie sophistiquée ou chère.

# ***INTERÊT DE L'UTILISATION DE LA GLACE CARBONIQUE EN VINIFICATION DE RAISINS DE PINOT NOIR***

**Jean-Baptiste Alinc**  
**Pôle Technique et Qualité du BIVB**

## CONTEXTE

---

Les travaux présentés sont ceux issus d'un travail collaboratif depuis 2004 sur les itinéraires de vinification en partenariat avec le Centre Œnologique de Bourgogne, le Laboratoire Départemental d'Analyses de Saône et Loire, la Chambre d'Agriculture de Saône et Loire (cave expérimentale de Buxy) et l'Institut Français de la Vigne et du Vin.

## PRINCIPAUX OBJECTIFS DE LA DEMARCHE « ITINERAIRES TECHNIQUES DE PROGRES »

---

Le premier objectif de cette démarche est d'évaluer en grandeur réelle dans un itinéraire complet des pratiques validées individuellement en conditions expérimentales. Le second est de proposer des techniques pour réaliser un vin compatible avec de nouveaux modes de consommation, mais sans perdre l'identité Bourgogne. Un des autres buts, est de proposer aux professionnels une réflexion sur le type de vin à produire et les moyens d'y parvenir.

## PRINCIPES DES ITINERAIRES MIS EN PLACE DEPUIS 2004

---

Le but de ces itinéraires est de montrer qu'il est possible de produire, à partir d'une même matière première, deux vins différents, en influant sur la vinification.

Pour cela une même vendange a été séparée en 2 lots identiques vinifiés séparément et différemment.

Le premier a été vinifié selon un itinéraire dit « témoin » faisant appel à des techniques ou pratiques déjà éprouvées.

- Macération préfermentaire à 15°C
- Profil de températures croissant
- Remontages et pigeages (adaptés selon les millésimes)
- Macération finale à chaud : 40°C pendant 24 h

Le second a été conduit selon un itinéraire technique plus innovant et sera qualifié de « vin fruité » en raison de l'objectif concernant le type de vin à obtenir.

- Atmosphère contrôlée par carboglace dès la benne à vendange
- Macération préfermentaire à 10°C pendant 48 h sous CO<sub>2</sub>
- Ajout d'enzymes pectolytiques favorisant la libération de précurseurs d'arômes
- Remontages, pigeages et délestages (adaptés selon les millésimes)

## RESULTATS

---

### Hautes Côtes de Nuits

- **Incidence sur la composition polyphénolique :**

Millésime	Lot	Indice de Polyphénols Totaux	Anthocyanes libres	Tanins totaux	Intensité Colorante
2004	Témoin	55	100	3,9	7,1
	ITP	45	81	3,1	5,7
2005	Témoin	52	212	3,5	8,1
	ITP	40	187	2,4	6,8
2006	Témoin	48	116	2,7	4,8
	ITP	34	135	2,3	2,8

Des différences significatives sont visibles sur l'Indice de Polyphénols Totaux (IPT) : il est toujours plus faible pour les lots vinifiés avec l'itinéraire technique. La même observation peut être faite sur les tanins totaux et l'intensité colorante.

Ces résultats sont cohérents avec l'objectif poursuivi, obtenir des vins plus fruités et donc moins extraits pour l'itinéraire technique.

Les paramètres classiques (AT, ph, ..... ) ne sont que peu ou pas modifiés par l'itinéraire de vinification.

- **Incidences sur les caractéristiques organoleptiques :**

*A la mise en bouteilles :*

- Millésime 2004 : Test triangulaire significatif avec des préférences mitigées.  
Vin issu de l'ITP : plus fruité, plus souple, moins astringent.
- Millésime 2005 : Test triangulaire non significatif.
- Millésime 2006 : Test triangulaire significatif avec une préférence pour le témoin.

Après 1 an de bouteilles :

- Millésime 2004 : Pas de différences significatives entre les 2 vins.  
Vin issu de l'ITP : plus fruité, plus souple, moins astringent.
- Millésime 2005 : Des différences significatives entre les vins issus des deux itinéraires.
- Millésime 2006 : Pas de différences significatives entre les vins.  
ITP : plus fruité, plus souple, moins astringent.

### Côte Chalonnaise

- Incidence sur la composition polyphénolique :

Millésime	Lot	Indice de Polyphénols Totaux	Anthocyanes libres	Tanins totaux	Intensité Colorante
2005	Témoin	52	120	3,3	5,69
	ITP	46	85	3,2	4,99
2006	Témoin	50	176	3,5	5,05
	ITP	43	172	2,7	4,67
2007	Témoin	50	184	2,5	5,40
	ITP	51	174	2,7	5,65

Comme en Côte d'Or, des différences sont observables sur l'indice de Polyphénols Totaux. Les différences sur la quantité de tanins totaux sont moins marquées que dans l'autre exemple, de même pour l'intensité colorante. La tendance reste à des valeurs inférieures pour les lots vinifiés selon l'itinéraire technique. Cependant, les résultats obtenus pour le millésime 2007 sont surprenants et montrent une tendance très légèrement inverse sans que les différences ne sont pas significatives.

Les paramètres classiques (AT, ph, ....) ne sont pas modifiés par l'itinéraire de vinification.

- **Incidences sur les caractéristiques organoleptiques :**

*A la mise en bouteilles :*

- Millésime 2005 : Test triangulaire non significatif avec une préférence pour l'ITP.
- Millésime 2006 : Test triangulaire non significatif, pas de préférence.
- Millésime 2007 : Test triangulaire non significatif avec une préférence pour l'ITP.

*Après 1 an de bouteilles :*

- Millésime 2005 : Pas de différences significatives entre les lots avec une préférence pour l'ITP.
- Millésime 2006 : Peu ou pas d'écart entre les vins.  
Témoin jugé plus astringent.
- Millésime 2007 : Pas encore 1 an de bouteilles.

## CONCLUSION

---

A partir d'une même vendange, il est donc possible d'obtenir des vins avec des profils différents. L'intérêt de l'utilisation de la glace carbonique dans l'itinéraire technique décrit est de protéger les arômes et ce, dès la récolte. En complément de pratiques adaptées (peu d'extraction, cuvaison courtes, enzymes pectolytiques, macération préfermentaire à froid), elle se révèle efficace et permet également de faciliter la macération préfermentaire à froid. Cependant, l'effet millésime peut être très important et masquer les différences. Le millésime 2005 en est un exemple type, les bons niveaux de maturité atteints, n'ayant pas permis d'obtenir deux vins avec des caractéristiques très différentes. A l'inverse, en 2004, millésime avec une maturité hétérogène et parfois difficile à atteindre, de réelles différences sont observables selon l'itinéraire de vinification réalisé.

L'itinéraire de vinification doit être réfléchi en fonction du millésime et du niveau de maturité des raisins. Les années où cela est possible, la glace carbonique permet d'obtenir des vins plus fruités, moins tanniques et moins astringents qui seront des vins à consommation plus rapide.

*A noter : ces itinéraires techniques nécessitent des équipements de maîtrise thermique performants.*

# ***IMPORTANCE DU CO<sub>2</sub> DANS LES VINS***

**Eric Grandjean**  
**Centre Œnologique de Bourgogne**

Le CO<sub>2</sub> dans les vins n'est pas une préoccupation récente mais un sujet récurrent.

# Le CO<sub>2</sub>, indispensable mais capricieux

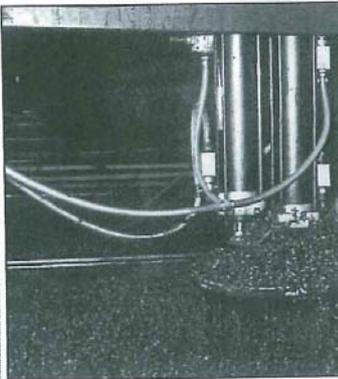
*A l'approche des périodes de fêtes, les mises en bouteilles vont s'accélérer. Quelques conseils pour mieux les maîtriser.*

**L**e CO<sub>2</sub>, ou dioxyde de carbone (gaz carbonique) est un gaz contenu naturellement dans le vin, qui provient des fermentations alcoolique et malolactique. Très abondant dans les vins jeunes, il diminue ensuite au cours des différentes opérations d'élevage du vin (soutirages à l'air et filtrations en particulier).

Le gaz carbonique a une grande importance lors de la mise en bouteilles car il intervient considérablement sur les caractéristiques organoleptiques des vins et sur leur tenue dans le temps. Une dose suffisante de CO<sub>2</sub> permet de maintenir une fraîcheur dans les vins en exhalant le côté fruité et en augmentant la rapidité des vins. Le gaz carbonique à dose trop élevée peut accentuer la maigreur et diminuer les sensations de rondeur, de souplesse, en renforçant les saveurs acides et amères (pour les vins rouges). A l'extrême il donne des vins perlants. A l'inverse, un manque de CO<sub>2</sub> rend les vins moins volumineux et sans relief. Il est donc important de connaître la teneur du vin en CO<sub>2</sub> et de l'ajuster à un bon niveau.

#### COMMENT AJUSTER LA TENEUR EN CO<sub>2</sub> ?

L'emploi d'azote ou de gaz carbonique est autorisé dans les vins à condition que la teneur en CO<sub>2</sub> soit inférieure à 2g/l. L'objectif principal reste de garder un maximum de gaz carbonique pendant tout l'élevage. Cela permet de limiter la diffusion d'oxygène dans le vin (le protégeant de l'oxydation aussi bien que le SO<sub>2</sub>) et d'obtenir en fin d'élevage une quantité suffisante de CO<sub>2</sub> pour la mise en bouteilles.



Pour régler à la dose optimale il est nécessaire de pouvoir dégazer ou, au contraire, de pouvoir ajouter du CO<sub>2</sub>. Trois systèmes peuvent être employés dont les performances sont bien différentes.

#### LES SYSTÈMES DISPONIBLES

Différents systèmes existent ; il faut donc choisir en fonction de ses besoins.

- Le plus simple, une canne équipée d'un diffuseur de gaz ; ce système très simple permet de régler la teneur en CO<sub>2</sub> par titonnements, mais le réglage est difficile, long et manque d'homogénéité. L'équipement est peu onéreux et peut être mis en œuvre efficacement pour les petits volumes.
- Certainement le meilleur système à utiliser : un raccord mélangeur muni d'un diffuseur de gaz. Il permet de gazer ou dégazer rapidement, plus sûrement et de façon plus homogène. L'investissement est raisonnable et le système

est moins empirique que la canne dans la mesure où il est possible de calculer approximativement les quantités à ajouter.

- Le système idéal : la centrale de réglage carbolfresh. Très précis, la centrale permet de régler la dose finale à la sortie de l'appareil de façon certaine. Elle est montée en ligne de tirage, mais son coût est assez élevé et elle est plutôt adaptée à des volumes relativement importants.

Tous ces systèmes sont reliés à :

- une bouteille d'azote alimentaire pour dégazer,
- une bouteille de gaz carbonique alimentaire pour ajouter du CO<sub>2</sub>,
- un détendeur équipé d'un déblimètre.

Le Laboratoire du B.I.V.B. dispose d'un équipement complet pour régler la teneur en gaz carbonique des vins. Moyennant une location celui-ci est mis à disposition de ses clients.

#### LA MISE EN ŒUVRE

L'opération de réglage du gaz dissout doit avoir lieu soit juste avant le tirage, soit juste après la dernière filtration du vin. Nous conseillons d'utiliser un diffuseur de gaz pour régler efficacement et facilement la teneur en CO<sub>2</sub>. Celui-ci s'insère dans un circuit remontant le vin du bas vers le haut de la cuve. Le raccord diffuseur est monté à la sortie de la pompe.

La température du vin a une grande importance pour cette opération. Une température basse est favorable à une dissociation du CO<sub>2</sub>, alors qu'une température plus élevée facilite le dégazage du vin. L'opération est effectuée après avoir calculé la quantité de gaz à ajouter en tenant compte de la teneur initiale du vin, du débit d'azote ou de gaz carbonique. Ce premier réglage, basé sur un calcul théorique, doit être contrôlé en laboratoire. Selon les résultats obtenus, un second réglage sera réalisé si nécessaire.

#### L'ANALYSE DU GAZ CARBONIQUE DANS LES VINS

Parmi les différentes méthodes, la plus utilisée, et la plus rapide pour obtenir une bonne précision de dosage (50 à 100 mg/l), est réalisée par l'appareil CORNING. Les autres méthodes consistent à extraire le CO<sub>2</sub> par mise sous vide (appareil VAN SI YKE) ou par agitation (CARBODOSEUR). Ce dernier appareil utilisable à la cave donne une indication lors des manipulations à environ 150-200 mg/l près. Il est donc conseillé de faire contrôler la teneur au laboratoire avant le tirage. Dans tous les cas la prise d'échantillon doit être faite soigneusement sans agitation et sans transvasement. Le flacon échantillon doit être complètement rempli et totalement hermétique.

Eric Grandjean, Bruno Huguenin

Pour tout renseignement :  
Laboratoire d'analyses du B.I.V.B., Tél. 03 80 26 23 78,  
Fax 03 80 26 23 79

BVA, 1999

Concernant la gestion de ce gaz dans les vins, les œnologues du COEB commencent à avoir un certain recul (environ 15 ans).

Le CO<sub>2</sub> et sa gestion sont des sujets importants en œnologie, ainsi ils figurent en bonne place dans le Traité d'œnologie :

## 2 Le réglage de la teneur en dioxyde de carbone

Les dégustateurs sont très sensibles aux modifications du goût provoquées par la présence de ce gaz, même en dessous du seuil de perception organoleptique. Par exemple, dans un vin rouge de Bordeaux, plus de 50 % des dégustateurs classent correctement trois échantillons du même vin contenant 620, 365 et 20 mg·L<sup>-1</sup> de dioxyde de carbone (Ribéreau-Gayon et Lonvaud-Funel, 1976) ; le picotement caractéristique du CO<sub>2</sub> est perceptible uniquement dans le premier échantillon ; le troisième échantillon paraît plus fade que le second jugé le meilleur ; mais rien ne laisse supposer que la différence est en relation avec la teneur en CO<sub>2</sub>.

Les vins blancs secs supportent une dose plus élevée de dioxyde de carbone. Environ 90 % des dégustateurs classent correctement trois échantillons du même vin contenant respectivement 250, 730 et 1 100 mg·L<sup>-1</sup> de CO<sub>2</sub>. Les préférences vont majoritairement au deuxième échantillon, dans lequel le dioxyde de carbone augmente l'arôme et donne de la fraîcheur. Mais il ne faut pas exagérer et des teneurs plus élevées (1 000 mg·L<sup>-1</sup>) ne sont pas aussi appréciées dans les vins blancs secs qu'on le suppose quelquefois.

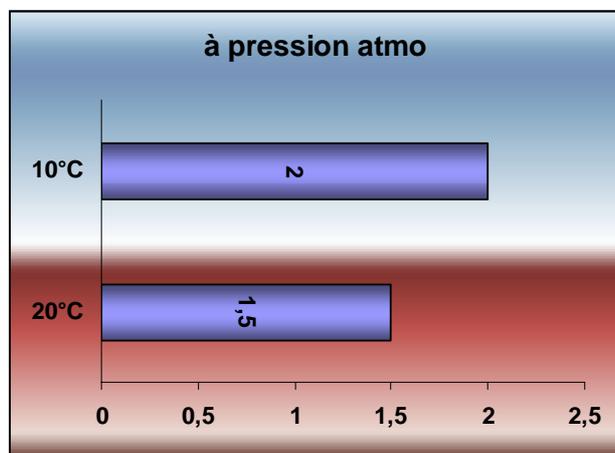
Compte tenu de son incidence organoleptique, le taux de dioxyde de carbone doit être correctement réglé. À chaque type de vin correspond une dose optimale. Les

*Traité d'œnologie, Tome 1, 5<sup>ème</sup> édition, DUNOD*

## TENEURS DES VINS EN CO<sub>2</sub>

La solubilité du gaz carbonique dans un vin dépend de la pression (loi de Henry) et de la température.

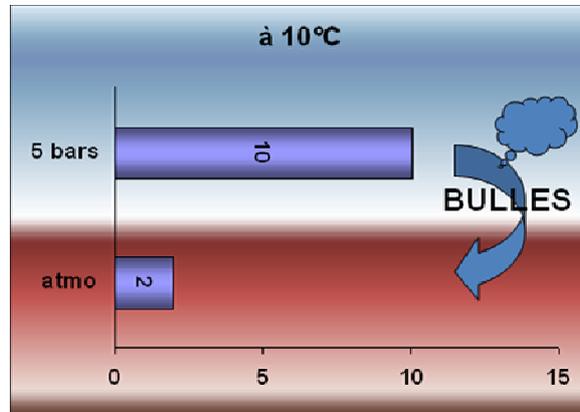
*Exemple :*



*Matinée Technique du BIVB : « O<sub>2</sub> et CO<sub>2</sub> : ni trop, ni trop peu. »  
Mai 2008*

Un vin à 10 °C et à pression atmosphérique contient 2g/l de CO<sub>2</sub> lorsqu'il est placé à 20 °C il ne contient plus que 1,5 g/l : il y a perte de CO<sub>2</sub>.

*Autre exemple :*



A 10 °C, un vin (crémant) contient 5 bars de pression et 10 g/l de CO<sub>2</sub>. Lorsqu'il est placé à pression atmosphérique (quand on ouvre la bouteille), la concentration passe à 2 g/l, il y a donc dégazage par la formation de bulles.

## INCIDENCE GUSTATIVE : EXPERIENCE DU CENTRE ŒNOLOGIQUE DE BOURGOGNE

---

### Les points positifs du CO<sub>2</sub> :

- Exhale les arômes
- Donne une sensation de fraîcheur
- Contribue à la pureté aromatique
- Diminue le caractère évolué, oxydatif
- Diminue la lourdeur
- Accentue le volume en bouche

### Les points négatifs du CO<sub>2</sub> :

- Accentue l'acidité et la minéralité
- Accentue la maigreur
- Augmente la sensation d'astringence
- Augmente l'amertume des vins rouges

Autre point : quand la concentration en gaz carbonique dépasse le seuil de perception, le dégustateur ressent une sensation tactile (vin perlant).

## ADAPTER LA TENEUR EN CO<sub>2</sub> SELON LE MILLESIME ET SELON LE VIN

---

Le COEB préconise les teneurs suivantes, par exemple :

*Chardonnay* :

- 2003 : intéressant de diminuer la lourdeur, d'intensifier la fraîcheur des vins et renforcer l'acidité par un taux proche de 900 mg/l.
- 2004 : vins plus légers, plus acides et fruités et qui se dégustent mieux vers 700 mg/l.

*Pinot* :

- 2000 : vins fruités et tendres, la teneur conseillée est 600 à 700 mg/l.
- 2003 : vins avec une structure tannique très dense, taux indiqué 500 mg/l.

### **Les chiffres à retenir : teneurs moyennes conseillées avant tirage :**

- Blancs de garde : 600 à 800 mg/l
- Blancs « primeurs » : 800 à 1000 mg/l
- Rouges légers : 600 à 700 mg/l
- Rouges de garde : 450 à 600 mg/l

## CONTRÔLER ET REGLER LE TAUX DE CO<sub>2</sub>

---

Contrôler et régler le taux de CO<sub>2</sub> dans les vins permet d'améliorer l'aspect gustatif. Cette maîtrise est particulièrement indiquée pour les vins blancs suites aux aérations et manipulations des vins.

Enfin, ajuster la concentration de gaz inertes (CO<sub>2</sub> et N<sub>2</sub>) permet de désoxygéner les vins.

### **Comment régler la teneur en CO<sub>2</sub> ?**

Il faut injecter du gaz sous forme de bulles très fines. On injecte du gaz carbonique lorsqu'une augmentation de sa teneur est souhaitée et de l'azote ou de l'argon pour le chasser et diminuer son taux.

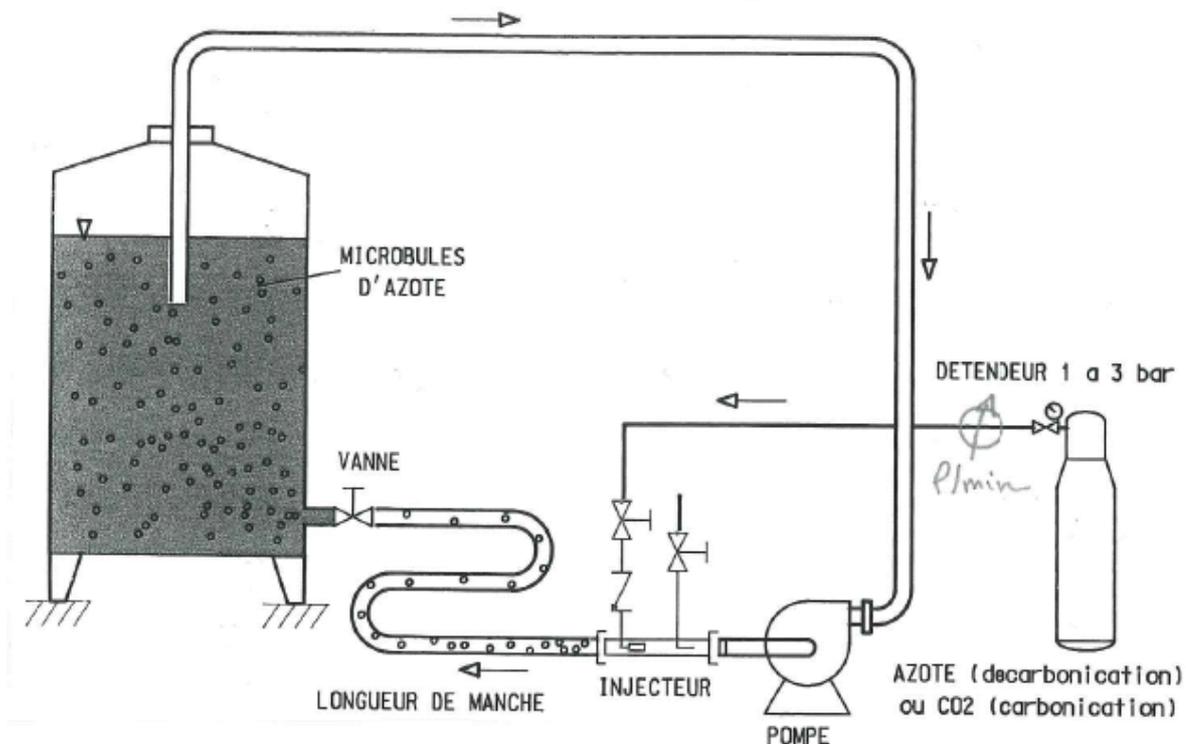
Pour injecter du gaz, il existe 3 systèmes :

- Canne avec diffuseur inox
- Raccord avec un diffuseur
- Centrale de réglage montée en ligne

Lorsqu'une diminution de la teneur en CO<sub>2</sub> est réalisée à l'aide de N<sub>2</sub> :

- 0,5 volume d'azote/volume de vin : diminution de 43 %
- 2 volumes d'azote/volume de vin : diminution de 54 %

Dispositif :

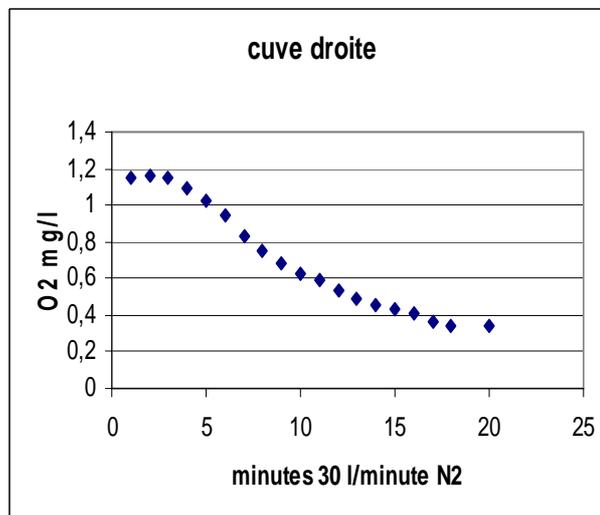
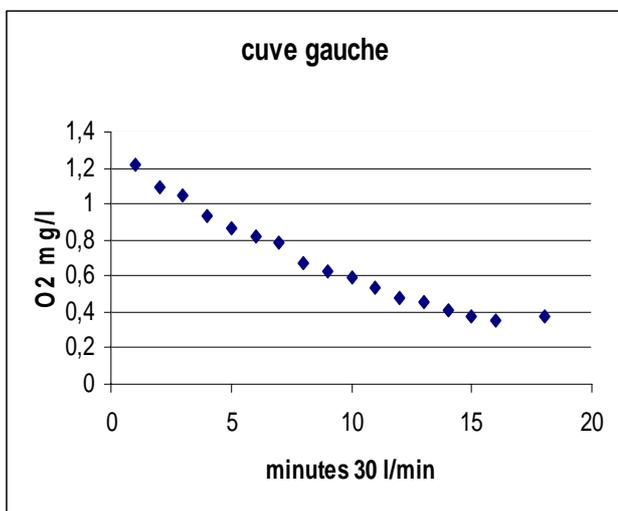


Il faut prévoir une longueur de tuyau de 6 à 8 mètres pour que le mélange puisse se faire.

### Désoxygénation et teneur en CO<sub>2</sub>

La désoxygénation est un aspect positif de la diminution de la teneur en CO<sub>2</sub>.

*Exemple* : passage d'une teneur de 1000 mg/l à une teneur de 800 mg/l de CO<sub>2</sub> à l'aide d'azote avec un débit de 30 l/min, pour un volume de 50 hl.



*Matinée Technique du BIVB : « O<sub>2</sub> et CO<sub>2</sub> : ni trop, ni trop peu. »*  
 Mai 2008

# ***MAÎTRISE DE L'OXYGENE DISSOUS DANS LES VINS BLANCS : RAPPELS***

**Jean-Baptiste Alinc**  
**Pôle Technique et Qualité du BIVB**

## BILAN DES APPORTS EN OXYGENE AU COURS DE LA PREPARATION A LA MISE EN BOUTEILLES

Opération	Nombre d'observations	Enrichissement en mg/l		
		Mini	Moyenne	Maxi
Collage	12	0,14	1,36	3,21
Pompage / Relevage de colle	5	1,03	1,41	1,91
Stabilisation par contact	2	1,51	1,66	1,80
Filtration	8	-0,15	0,79	3,70
<b>TOTAL</b>	-	<b>2,53</b>	<b>5,22</b>	<b>10,62</b>

Certaines opérations peuvent apporter beaucoup d'oxygène lorsqu'elles ne sont pas maîtrisées. Ce tableau permet de faire apparaître les points critiques.

Dans le cas du collage suivant le mode d'incorporation (simple ou par système venturi avec ou sans aération), les apports peuvent varier. Les écarts dépendent également du volume de vin à traiter et du type de cuve.

Pour le relevage de colle, les apports sont toujours supérieurs à 1 mg/l. Les points critiques de cette étape sont le remplissage de la cuve d'arrivée, la longueur du circuit et l'aération en fin d'opération.

Les apports d'oxygène lors du passage au froid dépendent de la température (basse), de l'agitation, du volume de creux de la cuve de traitement.

En cours de filtration sur kieselguhr, les apports moyens constatés sont de 0,79 mg/l. Le rapport volume mort/volume de vin est important du fait de l'apport lors de l'encollage et de la forte porosité du média filtrant (> 80 %). De même, lorsque le filtre est en vidange, en fin de filtration, l'apport peut être très important.

La valeur négative (-0,15) obtenue s'explique par un inertage à l'azote en sortie de filtre.

L'enrichissement au cours des opérations de préparation à la mise est compris entre 2 et 10 mg/l, en fonction de la température.

Pour minimiser les apports en oxygène au cours de cette phase de préparation à la mise en bouteilles, il est nécessaire de maîtriser un certain nombre de points :

- Réduction des volumes morts
- Inertage du circuit et des cuves de réception (avec azote ou mélange azote/gaz carbonique)
- Diffusion de gaz neutre au cours des opérations (idem)
- Désoxygénation curative (si nécessaire)

## BILAN DES APPORTS EN OXYGENE LORS DE LA MISE EN BOUTEILLES

Opération	Enrichissement en mg/l		
	Mini	Moyenne	Maxi
Début de tirage	0,97	1,82	2,26
Milieu de tirage	0,40	0,94	1,42
Fin de tirage	0,78	1,52	2,19
Espace de tête	0,08	0,56	1,86

	Apport sans inertage	Apport avec inertage	Réduction apport O <sub>2</sub> (%)
<b>Moyenne</b>	<b>1,06</b>	<b>0,31</b>	<b>71</b>

Deux phases critiques sont observées :

- Le début de la mise avec un enrichissement dû principalement au volume mort du circuit.
- La fin de la mise avec enrichissement du vin dans la cuve et dans le circuit par contact.

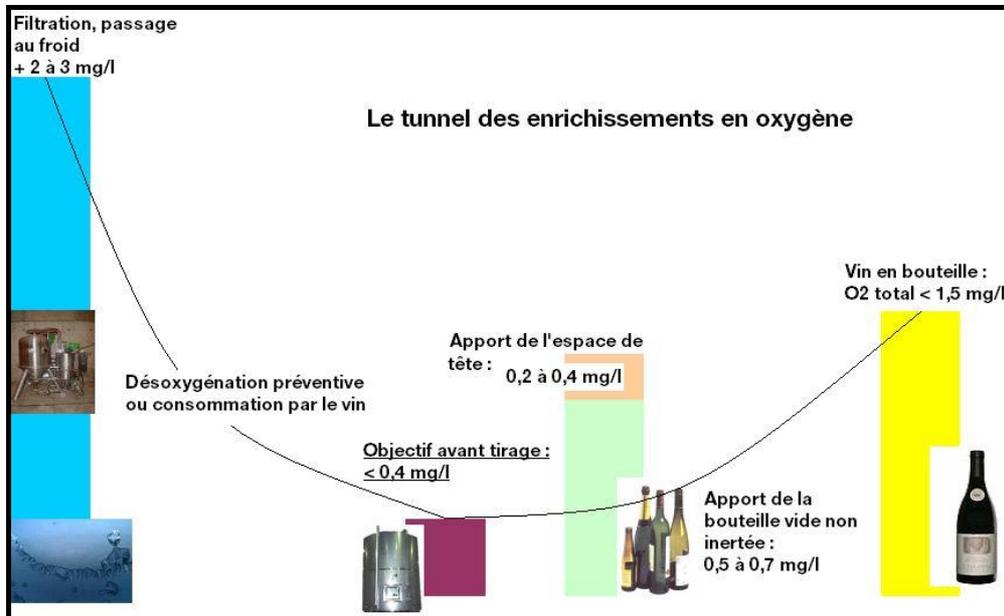
Les arrêts « non contrôlés » sont également des points critiques qui concourent à l'hétérogénéité des lots.

Afin de réduire les apports en oxygène au cours de la mise il est important de connaître les points de maîtrise :

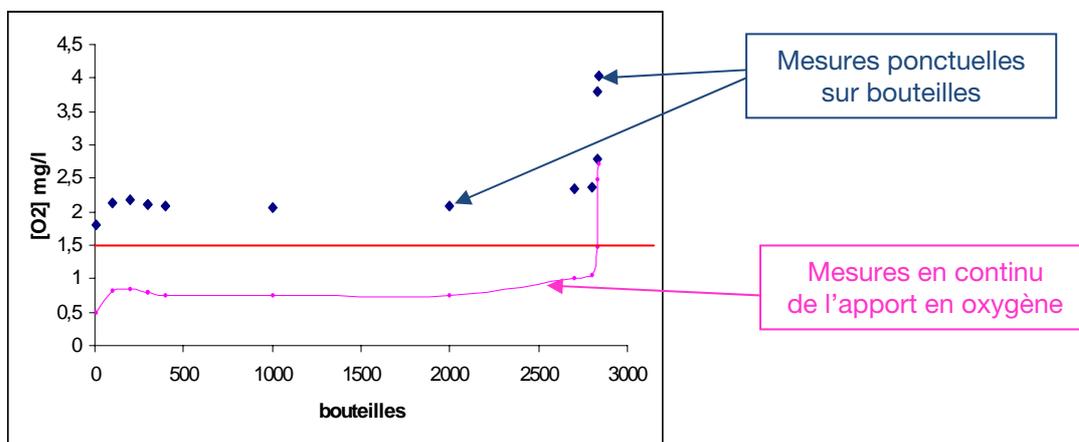
- Réduction des volumes morts
- Inertage préalable du circuit de la tireuse ou avinage avec retour cuve
- Contrôle de la dépression (- 0,1 à - 0,2 bar)
- Inertage des bouteilles
- Utilisation de cuves de tirage hautes et étroites
- Inertage au-dessus des cuves et poussée des derniers litres avec un gaz neutre
- Inertage de l'espace de tête avant bouchage
- Contrôle de la boucheuse

## DES OBJECTIFS AMBITIEUX MAIS REALISABLES

L'idéal est d'avoir une concentration en oxygène en bouteilles après mise inférieure à 1,5 mg/l. Cela demande une maîtrise des apports tout au long de la préparation et de la mise en bouteilles.

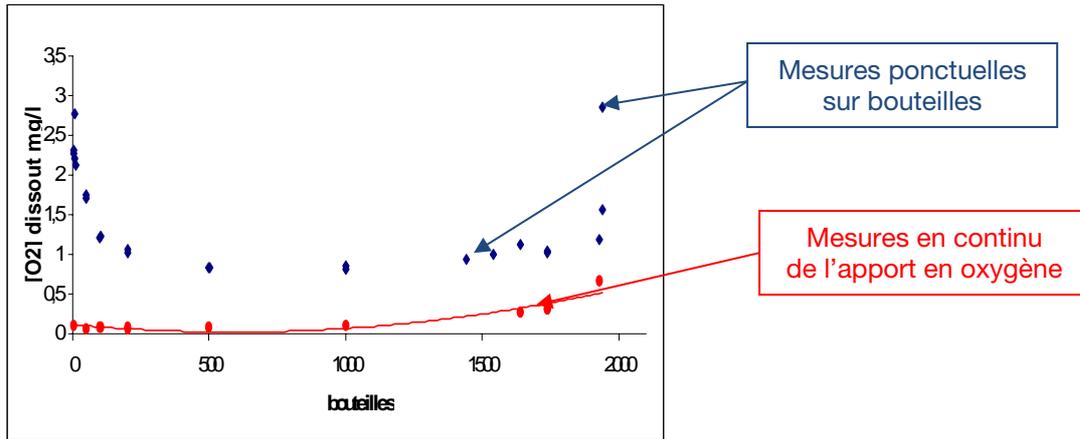


Quelques exemples et contre exemples concrets:

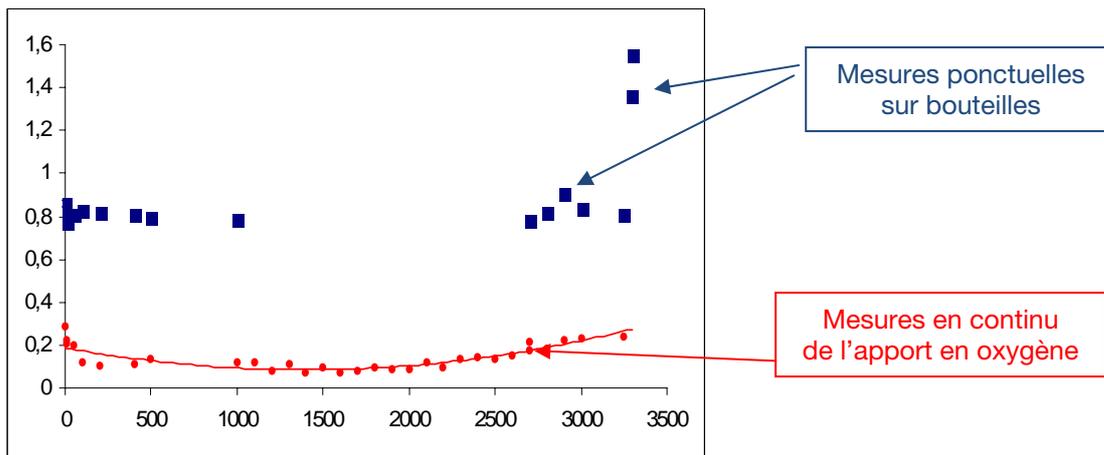


Dans cet exemple, la quantité d'oxygène apportée tout au long de la mise est faible, cette opération est donc maîtrisée. Cependant, en fin de tirage, une forte augmentation de la quantité d'oxygène dissoute est observée (cuve en vidange).

Par contre, les mesures sur bouteilles montrent que la teneur totale en oxygène dissous des bouteilles est supérieure à l'objectif de 1,5 mg/l.



Dans ce cas, la mise en bouteilles est particulièrement bien maîtrisée car les apports sont très faibles. La majorité des bouteilles ont une teneur en oxygène dissout inférieure à 1,5 mg/l. On remarque qu'en début et fin de tirage les quantités d'oxygène dissout dans les bouteilles sont plus importantes (volume mort du circuit et cuve en vidange).



Cet exemple représente l'idéal, puisque la quantité d'oxygène apportée au cours de la mise est faible tout au long de celle-ci, y compris en début et fin de tirage. De plus, la quantité présente dans les bouteilles au départ est également suffisamment faible pour que la teneur totale ne dépasse pas 1,5 mg/l dans la quasi-totalité des bouteilles. Les étapes de préparation à la mise et la mise en bouteilles sont bien maîtrisées.

*Pour en savoir plus : Compte rendu de la matinée technique de juillet 2007 : La maîtrise de l'oxygène dans les vins blancs.*

# ***DISCUSSION AVEC LA SALLE***

***Il est préférable de faire les apports d'oxygène au ¼ de la fermentation alcoolique et ceux en azote à la mi-fermentation, doit-on faire un apport combiné ou fractionné ?***

Les apports doivent se faire après une perte d'environ 20 à 40 points de densité. Le mieux est d'apporter les deux en même temps entre le ¼ et la mi-fermentation.

***Quel est le meilleur système pour apporter de l'oxygène ?***

Le bullage semble le plus intéressant. Cependant, ce n'est pas la technologie employée le plus important mais le fait de maîtriser les apports. La production de bulles fines lors du bullage est importante et dans ce cas, on peut maîtriser l'apport. Avec les remontages, c'est plus délicat mais c'est réalisable, il faut maîtriser le volume à remonter.

***Des apports d'oxygène et d'azote doivent-ils être réalisés systématiquement ?***

Quand les problèmes fermentaires apparaissent, il est souvent trop tard pour intervenir. Si le risque est présent, l'intervention systématique en prévention est la meilleure solution.

***Ces apports influent-ils les caractéristiques du moût ?***

Les impacts vont être faibles. Il reste du travail sur ces aspects notamment sur la caractérisation des sous-produits du métabolisme de la levure. C'est un domaine très vaste. L'oxygène ne sert pas qu'aux levures...

***Le bâtonnage a-t-il un rôle ?***

Il peut permettre d'apporter de l'oxygène mais l'apport est très difficile à quantifier.

***En absence de régulation thermique, l'ajout d'azote est-il possible ?***

Cela aura un impact au moment de l'ajout mais le bilan total restera le même. Les variations de températures seront différentes en l'absence de cette régulation.

***Qu'en est-il de l'ajout d'écorces de levures ?***

D'importants travaux ont été faits dans les années 80 sur ce sujet. La synthèse de composés lipidiques en C6, C8, C10 est fonction de la quantité d'oxygène. Si ces composés sont déjà présents dans le milieu avec des écorces, les levures en produiront moins, il faut donc maîtriser les apports d'oxygène. Elles jouent aussi un rôle détoxifiant et d'apports de nutriments.

***Les problèmes fermentaires sont plus fréquents sur les vins blancs, quelle en est la raison ?***

Cela s'explique car dans la vinification en rouge, il y a une phase de macération qui permet la production de lipides. De plus, les remontages réguliers permettent d'apporter de l'oxygène.



**BOURGOGNES**

*Bureau Interprofessionnel  
des Vins de Bourgogne*

Pôle Technique et Qualité du BIVB  
CITVB  
6 rue du 16<sup>e</sup> chasseurs  
21 200 Beaune

Tél. : 03 80 26 23 74 - Fax : 03 80 26 23 71  
[technique@bivb.com](mailto:technique@bivb.com)