

Azote

Le Guide des bonne pratiques



L' air ambiant
contient 80% d'azote.
Votre réserve
est donc infinie.

Airtech
Services
œnoméca
DIVISION VINICOLE



Le mot de la Direction

Après des années de dialogue avec les responsables de caves et de négoce, il nous a été facile de comprendre que quelque chose manquait dans le paysage. Vous nous en avez parlé de nombreuses fois, comme un objet simple et surtout “pratico-pratique” selon vos propres expressions. Ainsi est née la première édition de ce “Guide des bonnes pratiques de l’azote”. Nous avons tout fait pour que les illustrations soient parlantes, évidentes, les méthodes de calculs simples et souvent inédites. Le but est que vous profitiez de tous les avantages de l’azote “du raisin à la bouteille”.

œnoméca a également mis une version dynamique de ce Guide sur notre site web (www.œnoméca.com, avec témoignages vidéos) en plus de celle que vous tenez entre vos mains pour une utilisation “terrain”.

L’atmosphère contient 80% d’Azote.
C’est gratuit, alors pourquoi vous en priver ?
Tous à vos débitlitres et injecteurs!!!

Cécile Rouquette,
Directrice œnoméca

Les remerciements de l’auteur

L’auteur tient à remercier plusieurs personnes qui ont contribué, chacune de leur manière, à la qualité de l’ouvrage :

- Jean-Michel Desseigne, ingénieur à l’IFV (Institut Français de la Vigne et du Vin), pour sa relecture efficace et ses remarques pertinentes ;
- Christophe Dornier, co-gérant de SICOE (cabinet d’ingénierie vinicole), pour ses conseils sur la hiérarchisation et la formalisation ;
- Jean-Luc Favarel, Directeur R&D de Péra (Fabricant de Matériels Vinicoles), pour sa relecture précise et ses conseils méthodologiques et techniques ;
- Guilhem Marty *et son équipe*, Directeur Technique de la Cave Sieur d’Arques, pour ses remarques très pratico-pratiques ;
- Jean Natoli *et son équipe*, Ingénieur Agronome et Œnologue, Directeur du Laboratoire Œnoconseil, pour son approche pragmatique et sa grande expérience du terrain ;
- Benoît Pattin, Œnologue chez Arthur Metz (Groupe Grands Chais de France), pour sa vision globale de l’utilisation de l’azote et le partage de son expérience très riche sur le sujet ;
- Stéphane Yerle, Consultant, Ingénieur Œnologue, pour ses conseils toujours éclairés.

Sans eux, ce présent ouvrage ne serait pas ce qu’il est.



Introduction

L'œnologie moderne vit une petite révolution silencieuse. Après l'ère de la chimie-reine, nous redécouvrons et inventons de nouveaux procédés physiques. L'un n'exclut pas l'autre, bien au contraire : l'un et l'autre doivent s'intégrer désormais dans un process intelligent, propre et rentable.

Dans le même temps, la mondialisation des échanges conduit à des prix de marchés qui s'uniformisent et le vin devient une matière première comme une autre. Il devient donc difficile pour la majorité de vendre plus cher un produit. Le seul moyen de garantir ses marges est donc de diminuer les coûts de production.

Depuis quelques années, grâce aux possibilités offertes par de nouvelles technologies et aux recherches importantes entreprises au niveau international sur le sujet, nous comprenons mieux le rôle de l'oxygène dans les moûts et les vins. Notamment, la maîtrise de l'oxygène dissous tout au long du process apparaît maintenant comme un fondamental pour l'œnologue d'aujourd'hui.

Sur ces deux points, l'utilisation du gaz azote en œnologie apporte des réponses :

- Diminution de main-d'œuvre et gain de temps par remplacement de gestes œnologiques (remontages, flottation, homogénéisations)
- Maîtrise de l'oxygène dissous (inertage intelligent, pressurage, transferts, désoxygénation trop peu utilisée) ; ceci permet d'ailleurs une diminution possible des doses de SO_2

Enfin, l'azote a un grand avantage par rapport aux autres gaz inertes : l'air en contient 80%.

Avec un générateur qui produit de l'azote à partir de l'air, le coût du consommable devient négligeable. Il est donc possible d'intégrer l'azote dans l'ensemble de ses process, pour une meilleure maîtrise, et sans souci économique. Le travail devient intelligent et rentable.

Le gaz azote ne doit plus être considéré comme un outil à utiliser "en plus", mais comme une technique de base du génie des procédés œnologiques à intégrer dans les phases de travail.

Olivier Zébic,

Consultant, Ingénieur Agronome, Œnologue



Sommaire

Le mot de la Direction.....	2
Les remerciements de l'auteur	2
Introduction	3
POUR COMPRENDRE	
Quelques chiffres et schémas à propos des gaz dans un vin.....	5
Consommation totale d'oxygène dissous et saturation	
Vitesse de consommation de l'oxygène	
Quelques conversions utiles.....	6
La consommation et la dissolution de l'oxygène : comment ça marche?.....	7
Quelques notions à savoir	
La comparaison avec une plante en pot	
Abaque de calcul du SO₂ actif en fonction du SO₂ libre et du pH.....	8
Quelques notions à savoir	
Les chiffres à retenir	
À propos de l'inertage	

Les chiffres visibles dans ce document sont communiqués à titre indicatif et ne peuvent en aucun cas engager la responsabilité de l'auteur ou de la société Œnoméca.

LES ATELIERS

Le gaz azote en cave : types d'applications et grand dessin général	9
Techniques de stripping en œnologie : désoxygénation et décarbonation.....	10
Ateliers pré-fermentaires	12
Eraflage-Foulage	12
Pressurage	13
Débourbage statique	13
Débourbage par flottation	14
Ateliers fermentaires.....	14
Remontage à l'azote sur rouge	14
Remontage à l'azote sur blanc	14
Ateliers post-fermentaires.....	15
Assemblage, collage ou addition d'adjuvants	15
Soutirage des barriques.....	15
Traitements physiques (filtrations, stabilisation tartrique, électrolyse etc.)	16
Inertage intelligent des cuves.....	17
Transfert de vins	18
Conditionnement (mise en bouteilles, mise en BIB®).....	18
Bibliographie	20



Quelques chiffres et schémas à propos des gaz dans un vin.

CONSUMMATION TOTALE D'OXYGÈNE DISSOUS ET SATURATION

Les vins ont une capacité de consommation de l'oxygène dissous importante : 80 mg/L pour les blancs, et 800 mg/L pour les rouges (pour oxyder à 100% un vin rouge, il faut apporter 800mg/L d'oxygène).

Un vin est saturé en oxygène à 8,4 mg/L (à 20°C et à pression atmosphérique) : autrement dit, un vin ne peut pas contenir plus de 8,4 mg/L d'oxygène à une température de 20°C et à pression atmosphérique. Notons que ce chiffre varie en fonction de la température et de la pression (figures 1 et 2).

VITESSE DE CONSOMMATION DE L'OXYGÈNE

Chaque vin a une vitesse de consommation qui lui est spécifique.

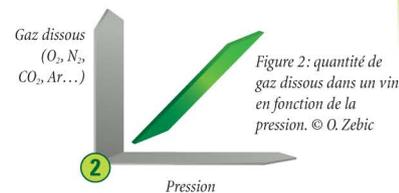
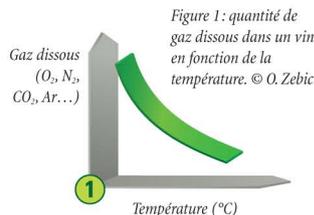
On admet qu'un vin rouge jeune et propre consomme l'oxygène à une vitesse de 0,12 mg / L / h.

Les lies sont très consommatrices en oxygène. En effet, elles consomment 4 500 fois plus vite l'oxygène qu'un vin blanc propre, et 7 fois plus vite qu'un vin rouge propre. En fonction des vins, la consommation en oxygène varie entre 0,25 mL/mois et 6 mL/mois.

1 Plus un vin est froid, plus il peut avoir de l'oxygène dissous. Moins un Champagne est frais, plus il perd ses bulles rapidement.

2 Plus la pression monte, plus le vin peut contenir du CO₂. D'où par exemple la formation de bulles dans la bouteille de Champagne après ouverture. À pression atmosphérique, le Champagne perd ses bulles.

3 À 15°C, il faut 5 fois plus de temps qu'à 20°C pour consommer l'oxygène dissous apporté à saturation. Plus le vin est froid, plus un apport d'oxygène violent est dangereux.



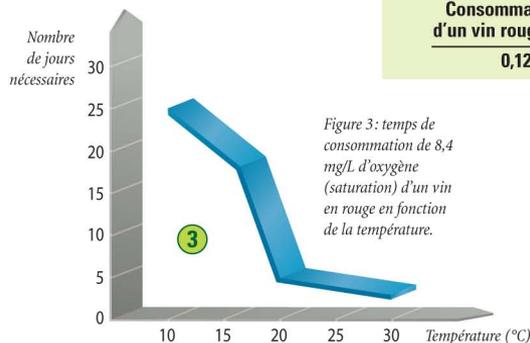
Vitesse de consommation de l'oxygène

Vin blanc	fois 4500	Lies
Vin rouge	fois 7	Lies

Saturation en oxygène

8,4 mg/L ↔ 6 mL/L ↔ 0,6 % en vol.

Consommation en oxygène d'un vin rouge jeune et propre
0,12 mg / L / h



Apport d'oxygène dans un vin par la surface de contact air-vin (sans turbulences): 200 mg / h / m²



Quelques conversions utiles.

Conversions des unités mg/L - mL/L pour l'oxygène
Valeurs à 15°C et P atm

1 mg/L ↔ 0,74 mL/L

1 mL/L ↔ 1,35 mg/L

Conversions des unités de débit L/min et hL/h

1 L/min = 0,6 hL/h

1 hL/h = 1,67 L/min

Tableaux 1a et 1b : conversions des unités mg/L en mL/L pour l'oxygène. © O. Zebic

Tableau 1a : pour 1 mg/L d'O₂ à P atm

T°C	mL/L
8	0,72
9	0,72
10	0,73
11	0,73
12	0,73
13	0,73
14	0,74
15	0,74
16	0,74
17	0,74
18	0,75
19	0,75
20	0,75
21	0,75
22	0,76

Tableau 1b : pour 1 mL/L d'O₂ à P atm

T°C	mg/L
8	1,39
9	1,38
10	1,38
11	1,37
12	1,37
13	1,36
14	1,36
15	1,35
16	1,35
17	1,34
18	1,34
19	1,33
20	1,33
21	1,33
22	1,32



La consommation et la dissolution de l'oxygène : comment ça marche ?

QUELQUES NOTIONS À SAVOIR

Dans un moût ou dans un vin, l'oxygène apporté est consommé. Si la vitesse de consommation est supérieure à la vitesse de dissolution, il n'y a pas d'augmentation de la teneur en oxygène dissous (c'est l'une des bases du raisonnement de la micro-oxygénation). L'inverse provoque une augmentation de la teneur en oxygène dissous.

Les principaux moteurs de la consommation de l'oxygène sont les polyphénols (ce qui peut justifier une oxygénation de certains moûts blancs et rosés).

LA COMPARAISON AVEC UNE PLANTE EN POT

Pour se représenter les mécanismes qui se produisent dans un vin, nous pouvons raisonner par analogie avec une plante en pot. Assimilons la transpiration d'une plante à la consommation en oxygène d'un vin.

S'il y a beaucoup de feuilles (beaucoup de polyphénols), la plante a une surface foliaire totale importante (charge phénolique importante) et donc une grande capacité à transpirer (grande consommation d'oxygène). Si la température augmente, la plante transpire plus pour réguler sa température (la vitesse de consommation de l'oxygène augmente). Si l'apport d'eau s'effectue par petites quantités et est tout de suite transpiré, il n'y a pas d'eau dans le fond du pot (si on apporte de manière régulière la quantité d'oxygène que consomment les polyphénols, il n'y a pas d'oxygène dissous). Plus la feuille est grande, plus elle transpire (plus les polyphénols sont actifs, plus ils consomment d'oxygène). S'il pleut et que la plante n'a pas besoin d'eau, il est possible de la protéger (on peut protéger les vins contre une oxygénation non souhaitée par **inertage**).

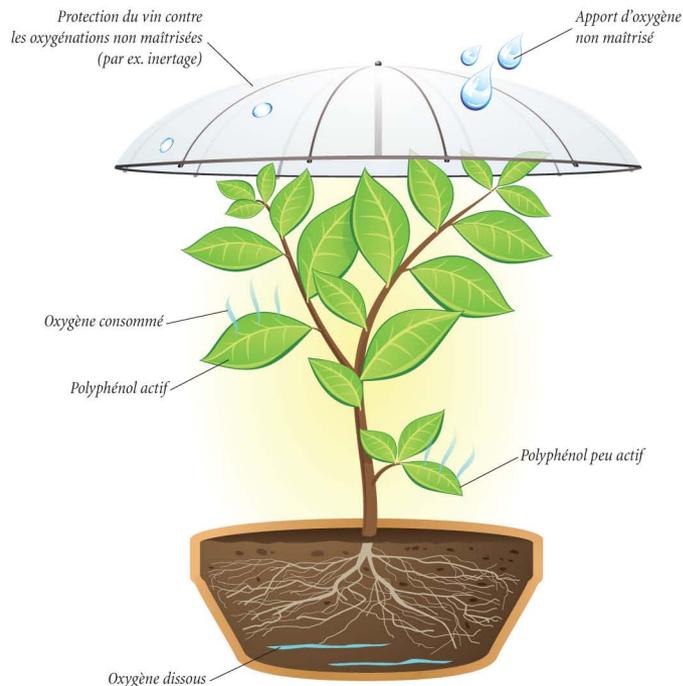


Figure 4 : Analogie entre l'oxygène dans les vins et l'eau dans les plantes - Dessin fonctionnel. © O. Zebic



Abaque de calcul du SO₂ actif en fonction du SO₂ libre et du pH.

QUELQUES NOTIONS À SAVOIR

L'œnologue a accès facilement aux valeurs de SO₂ total, SO₂ libre, pH, TAV, T° etc. Or, le SO₂ "efficace" est le SO₂ actif. Connaître le SO₂ actif permet donc d'ajuster au mieux les quantités totales de SO₂ présents dans les vins. Le problème est que cette donnée est difficile d'accès.

Pour accéder à cette donnée essentielle facilement, nous proposons ici un abaque original.

LES CHIFFRES À RETENIR

[SO₂ actif] = 0,35 mg/L = protection minimale

[SO₂ actif] = 0,60 mg/L = protection maximale

À PROPOS DE L'INERTAGE

Avec un bon inertage, il est possible de viser une protection minimale en terme de SO₂ actif, ce qui permet de réduire significativement les doses totales de SO₂.

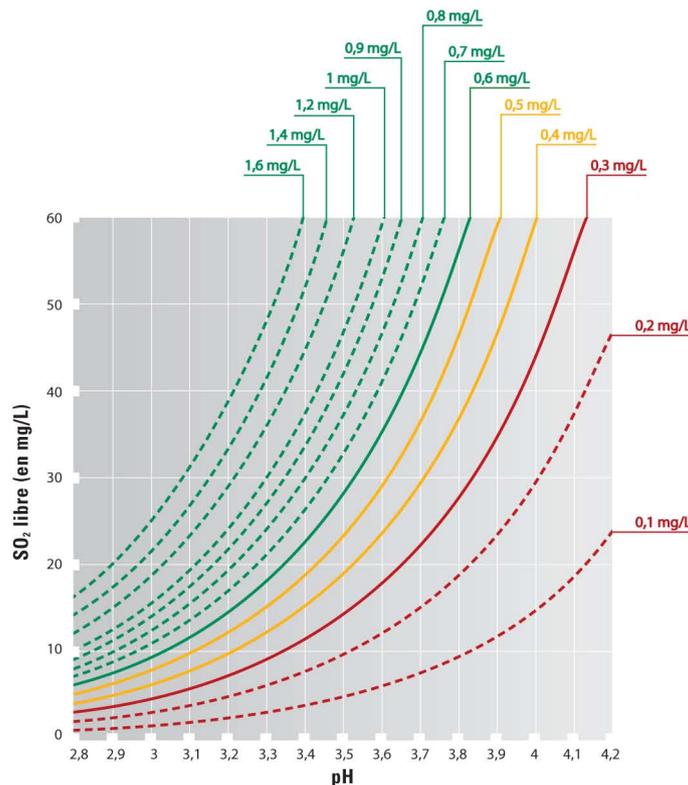


Figure 5: abaque de calcul du SO₂ actif dans un vin en fonction du SO₂ libre et du pH. © O. Zebic



Le gaz azote en cave : types d'applications et grand dessin général.

Les applications de l'azote peuvent être regroupées en 2 catégories :

- Statique : il n'y a pas de mouvement entre le vin et l'azote. Par exemple, l'inertage des cuves d'élevage, l'inertage des cuves de débouillage, l'inertage des canalisations, le pressurage, le soutirage des barriques, le conditionnement.
- Dynamique : il y a mouvement relatif entre le vin (ou le jus ou les raisins) et l'azote. Par exemple, les *stripping*, transferts, flottation, remontages, traitements physiques, collages, additions d'adjuvants, assemblages, homogénéisations.

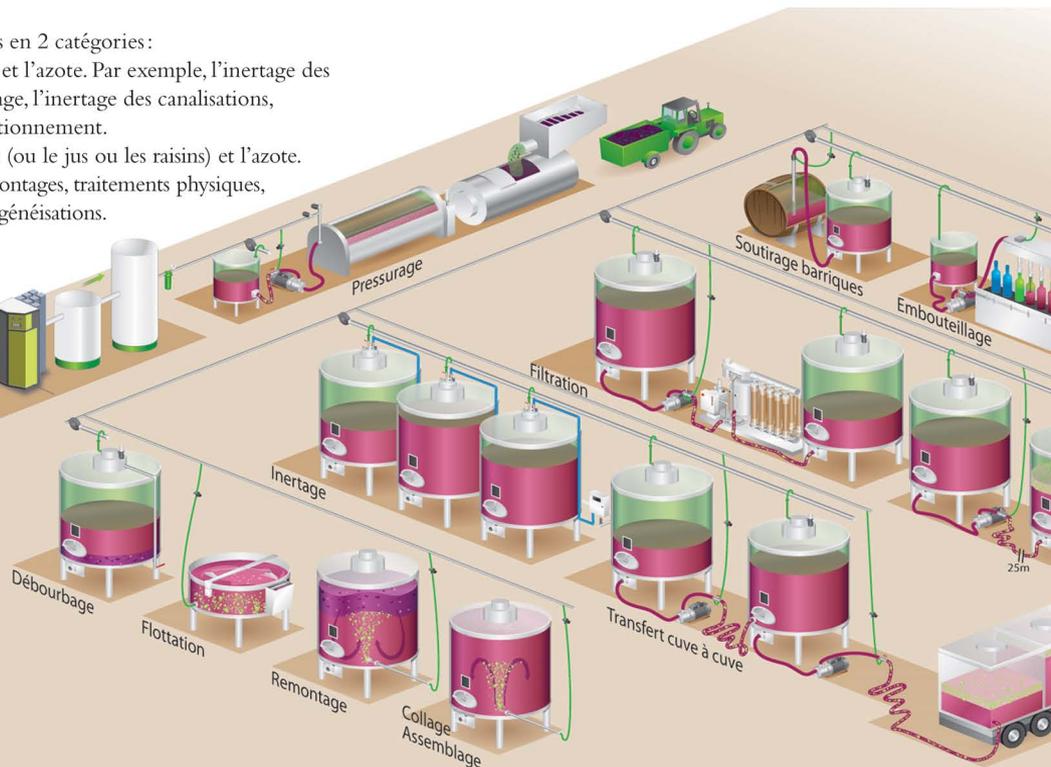


Figure 6 : illustration globale de l'utilisation du gaz azote en cave



Techniques de *stripping* en œnologie : désoxygénation et décarbonation.

DÉFINITIONS

Le *stripping* consiste à entraîner du gaz ou des matières volatiles dissoutes dans un liquide au moyen d'un gaz traversant ce liquide.

La **désoxygénation** consiste à retirer de l'oxygène dissous.

La **décarbonation** consiste à retirer du gaz carbonique dissous.

La désoxygénation et la décarbonation sont donc deux techniques de *stripping*.

PRINCIPE

En injectant des microbulles de gaz neutre, les molécules d'oxygène qui sont les plus volatiles vont être éliminées en priorité. Le CO₂ nettement plus soluble dans le vin se désorbe beaucoup plus difficilement. Le débit de gaz en décarbonation est donc plus élevé qu'en désoxygénation.

REMARQUE

Le gaz carbonique étant 40 fois plus soluble dans le vin que l'oxygène, lorsqu'on apporte de l'azote gazeux, on commence par désoxygéner avant de décarboniquer.

PRÉCISIONS LEXICALES

Décarbonisation : retirer d'une substance le carbone qu'elle contient.

Décarbonatation : retirer l'acide carbonique de combinaison.

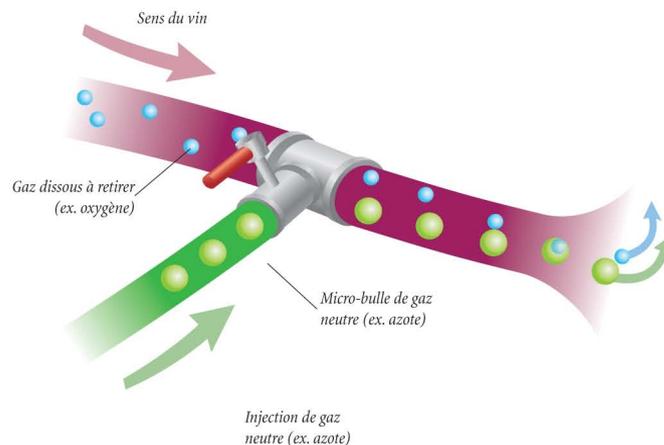


Figure 7 : schéma de principe du stripping.
Exemple de la désoxygénation à l'azote. © O. Zebic



Techniques de *stripping* en œnologie : désoxygénation et décarbonation.

L'efficacité de la désoxygénation est fonction du gradient de concentration entre l'oxygène dissous dans le vin et l'oxygène contenu dans les microbulles. Notons que l'azote n'a pas tendance à migrer de la microbulle dans le vin, le vin étant saturé en azote aux températures standards (15°C). De plus, l'azote est environ 2 fois moins soluble que l'oxygène et 80 fois moins soluble que le CO₂.

Une désoxygénation avec de l'azote très pur est la plus efficace. Il est donc préférable de viser une pureté de 99,9% au lieu de 99,5% pour le gaz azote. Avec l'azote, il est possible d'éliminer quasi-complètement l'oxygène dissous dans les vins.

Si on désoxygène au CO₂, on risque de solubiliser une partie du CO₂ dans le vin, et ce d'autant plus que le vin est pauvre en CO₂. De plus, la technique est moins efficace avec ce gaz (rendement moins bon).

Un mélange 80% azote 20% CO₂ (mélange souvent utilisé en œnologie) permet de compenser la décarbonatation due à l'azote. Ceci est valable pour l'ensemble des ateliers. C'est pourquoi il est possible d'installer avec son matériel de production d'azote un piquage permettant un mélange avec du CO₂ par l'intermédiaire de bouteilles ou de citerne de CO₂. Il faut être attentif à la qualité de l'installation pour obtenir les proportions de gaz visées.

EN PRATIQUE

Il est préférable de "*stripper*" en ligne (avec des canalisations) plutôt qu'en statique (en cuve). En cuve, il est préférable de diviser par 2 le débit en répétant l'opération une fois pour améliorer l'efficacité. Après l'opération, effectuer un contrôle du SO₂ actif et du CO₂.

Autant pour la désoxygénation que pour la décarbonation, les conditions de réalisation (configuration, type de pompe, canalisations, pertes de charges inconnues, teneur de gaz initiale, valeur finale souhaitée, température etc.) rendent impossible l'établissement de modèles théoriques. C'est pourquoi nous proposons ici des formules empiriques tirées de pratiques et d'expérimentations terrain multiples. Il s'agit donc pour nous de donner une idée moyenne, en aucun cas de modéliser. Il serait imprudent d'utiliser ces valeurs sans effectuer de tests et de contrôles (dégustations en ligne, analyses etc.).

Intéressons-nous ici à la désoxygénation en ligne. Dans les conditions œnologiques, la température n'a que peu d'impact sur son efficacité. Egalement, la pression du gaz n'a que peu d'importance, ce qui compte étant de régler son débit de gaz par rapport au débit du vin. En moyenne, la pression du détenteur est autour de 3-5 bar (en fonction des pertes de charge).

Nous avons pu établir quelques formules ou chiffres empiriques, que nous livrons ici avec toutes les limites qui s'imposent, comme évoqué plus haut (encore plus pour la décarbonation que pour la désoxygénation). Egalement, nous avons considéré comme raisonnable l'objectif de descendre sous les 0,5 mg/L d'oxygène dissous au final dans le vin après désoxygénation.

La longueur de la canalisation est à raisonner en fonction du temps de contact vin-azote, c'est-à-dire en fonction du diamètre de la tuyauterie et du débit du vin. Pour une désoxygénation performante, nous recommandons un temps de contact vin-azote de 25 secondes.



Figure 8 : schéma d'une installation-type de stripping à l'azote



Techniques de *stripping* en œnologie : désoxygénation et décarbonation.

Formule empirique de calcul du ratio débit d'azote / débit de vin pour désoxygéner un vin en fonction de la quantité d'oxygène dissous à retirer (en mg/L) - © O. Zebic

$$\frac{\text{débit gaz}}{\text{débit vin}} \text{ (en \%)} = 4 \times [\text{O}_2 \text{ dissous à retirer en mg/L}] + 1$$

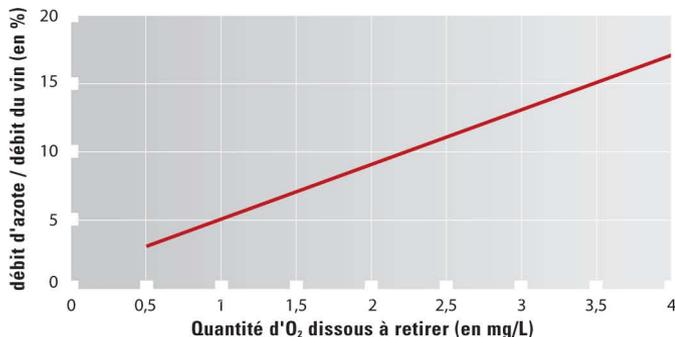


Figure 9: ratio entre les débits d'azote et de vin pour désoxygéner un vin en fonction de la quantité d'oxygène dissous à retirer (en mg/L). © O. Zebic

Formule empirique de calcul du ratio débit d'azote / débit de vin pour décarboner un vin en fonction de la quantité de CO₂ dissous à retirer (en mg/L) - © O. Zebic

$$\frac{\text{débit gaz}}{\text{débit vin}} \text{ (en \%)} = \frac{[\text{CO}_2 \text{ à retirer en mg/L}]}{10} + 10$$

Temps de contact optimal pour un *stripping* en ligne efficace = 25 secondes

Ateliers pré-fermentaires : éraflage/fouillage.

PRINCIPE

Éviter l'apport d'oxygène dissous dans le mélange matières solides / jus par inertage à l'azote.

EN PRATIQUE

- Lors de l'éraflage/fouillage, l'apport d'oxygène dissous est d'environ 6 mg/L.
- De nombreuses caves installent un piquage pour injection d'azote en sortie de la pompe à vendange qui alimente le pressoir. La pression d'injection d'azote est en général au minimum de 4 bar, et dépend de la distance et de la hauteur manométrique à franchir pour arriver dans le pressoir. Le débit d'injection d'azote se situe en moyenne autour de 20% du débit de la pompe.



Ateliers pré-fermentaires : pressurage.

PRINCIPE

Pour éviter l'apport d'oxygène lors du pressurage, il est possible selon les constructeurs de remplacer l'air ambiant dans le pressoir par de l'azote, ou d'éviter un contact des jus avec l'air.

EN PRATIQUE

- En fonction des conditions d'utilisation et des constructeurs, la pression maximale varie, mais ceci est sans incidence sur la consommation d'azote. Tous les pressoirs peuvent monter à 2 bar de pression, mais généralement 1,8 bar suffisent à extraire la totalité des jus.
- Un pressurage intelligent sépare les jus. Ces jus n'ont pas les mêmes caractéristiques vis-à-vis de l'oxydation. En effet, les fins de presse sont plus riches en polyphénols (notamment les derniers 10%) ; il n'est pas forcément nécessaire de les protéger à ce stade.
- Un jus blanc issu d'un pressurage avec 0 oxygène, très vert, peut être une bombe à retardement vis-à-vis de l'oxygène. Il existe un risque important d'oxydation ultérieure, dont le *pinking*. L'inertage ne doit donc pas se substituer aux traitements spécifiques que doivent recevoir les jus en fonction de leur charge polyphénolique.
- L'écoulement des jus sous un filet d'azote permet la saturation du ciel gazeux au-dessus du liquide dans le tuyau. Le débit est alors de 30 à 50 L/min environ.

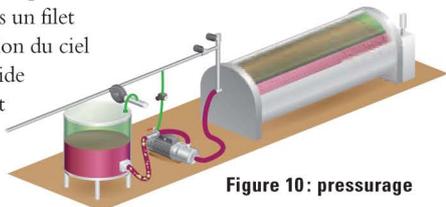


Figure 10: pressurage

- Au niveau de la consommation et des besoins en azote, la position est différente selon les constructeurs :
 - Inertage à l'azote avec renouvellement de l'azote à chaque fois et uniquement au 1^{er} rebêchage. Pour un pressoir de 240 hL, il faut 120 hL de gaz, soit 12 m³. Ce volume de gaz doit être disponible en moins de 10 minutes. Il est donc nécessaire de disposer d'un réservoir tampon.
 - Inertage avec recyclage de l'azote réalisé avec une réserve d'azote annexe (boudruche sous faible pression). Le principe est que l'azote remplace le volume d'air créé dans la cage du fait de l'écoulement des jus. Les besoins apparaissent au 1^{er} rebêchage. En pratique, la consommation d'azote est estimée à 10% du volume de la cage, soit un renouvellement de la réserve d'azote tous les 10 cycles. Pour un pressoir de 250 hL, la consommation sera donc de 25 hL.

Ateliers pré-fermentaires : débouillage statique.

PRINCIPE

Éviter l'apport d'oxygène dissous à la surface du moût par inertage à l'azote.

EN PRATIQUE

- Saturer le ciel gazeux en azote.
- Sans inertage, l'apport théorique d'oxygène par l'air ambiant sur une surface sans turbulence est de 200 mg/h/m² de surface de contact vin-air. Ce qui signifie qu'un débouillage sans inertage de 24 heures dans une cuve de 200 hL avec un diamètre de 3 mètres apporte 1,7 mg/L d'oxygène.

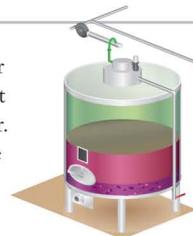


Figure 11: débouillage statique



Ateliers pré-fermentaires: Débourbage par flottation.

PRINCIPE

Le moût pressurisé et saturé en azote est détendu.

La détente induit la formation de microbulles d'azote qui entraînent les bourbes à la surface où elles sont éliminées.

Il s'agit d'un débouillage du haut vers le bas, ce qui pourrait correspondre à un débouillage "à l'envers" par rapport à un débouillage statique.

EN PRATIQUE

- La consommation d'azote varie entre 2% et 16% des volumes traités selon les configurations.



Figure 12: flottation

Ateliers fermentaires: Remontage à l'azote.

PRINCIPE

Sur rouge, une injection violente d'azote provoque une déstructuration du chapeau sans apport d'oxygène. Sur blancs, l'injection d'azote permet par exemple d'homogénéiser le levurage. Dans les deux cas, un gain de temps important et un geste œnologique souvent de meilleure qualité.

EN PRATIQUE

Installation standard sur rouges :

- Pression du détendeur généralement constatée = 3-5 bar.
- Ce qui est souvent pratiqué : 1 minute pour 100 hL (ce qui fait une consommation de 3L /hL).
- En fonction de l'objectif, la durée d'injection peut être multipliée par 2 ou 3.
- Chercher à être homogène, ne pas hésiter à piquer la canne à plusieurs endroits.

Installation standard sur blancs :

- Pression du détendeur généralement constatée = 3-5 bar.
- 2 minutes d'injection.

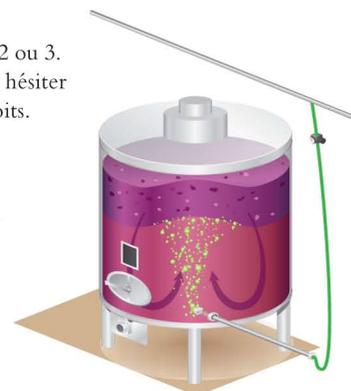


Figure 13: remontage à l'azote en cuve



Ateliers post-fermentaires : Assemblage, collage ou addition d'adjuvants.

PRINCIPE

Homogénéiser les vins, la colle ou l'adjuvant sans ajout d'oxygène.

EN PRATIQUE

Installation standard :

- Pression du détendeur généralement constatée = 3-5 bars.
- En pratique, 2-3 minutes suffisent à une bonne homogénéisation.
- Utiliser un fritté macro-poreux : il est préférable de générer des grosses bulles.
- Une pureté de 99,5% est très satisfaisante. Si la pureté de l'azote est de 99,9%, le vin peut être désoxygéné et décarboniqué, et ce d'autant plus que les bulles seront petites.
- Contrôler le CO₂ et le SO₂ après l'opération.
- Sans inertage, en fonction des configurations, il est possible de constater des apports de l'ordre du mg/L d'oxygène dissous dans les vins après ce type d'opération.

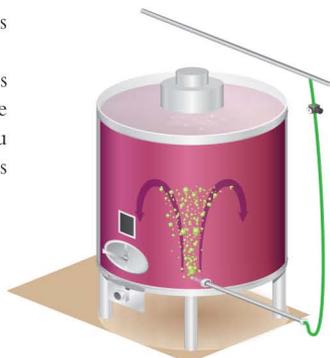


Figure 14 : assemblage, collage, ou addition d'adjuvants avec de l'azote

Ateliers post-fermentaires : Soutirage des barriques.

PRINCIPE

L'injection d'azote à faible pression dans le ciel gazeux de la barrique va permettre l'évacuation du vin par la canne de soutirage.

EN PRATIQUE

- Pression de l'azote dans le ciel gazeux : dépend de la contre-pression, en particulier la différence de hauteur entre le niveau de vin de la cuve d'arrivée et le niveau de vin dans la barrique impose une pression minimale. Par exemple, pour un différentiel de 10 mètres, il faut en théorie 1 bar.
- 5-6 minutes pour vider une barrique de 225 litres en moyenne.
- Sans protection, un soutirage barrique peut apporter 2 ou 3 mg/L d'oxygène dissous, surtout si la température est basse. Si l'objectif est de protéger le vin de l'oxygène dissous, ne pas hésiter à *stripper* en ligne.

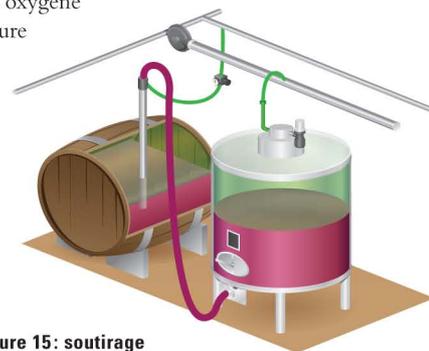


Figure 15 : soutirage des barriques à l'azote



Ateliers post-fermentaires : Traitements physiques (filtrations, stabilisation au froid, électrodialyse...).

PRINCIPE

Injection d'azote dans les moûts ou les vins avant le traitement physique pour éviter un apport d'oxygène.

EN PRATIQUE

Installation standard :

- Pression du détendeur généralement constatée = 3-5 bars.
- Injecter l'azote entre la pompe et le matériel de traitement.
- En fonction de l'apport d'oxygène potentiel de chaque traitement, ajuster le *ratio* volume d'azote / volume de vin.
- En fin d'opération, injection d'azote pour la tuyauterie pour la "sécher". En général, entre 2 et 3 bars de pression.

À noter qu'il est judicieux de stripper en ligne en sortie de machine.
En général, un stripping à 15L/min permet de garder un niveau d'oxygène dissous faible.

Tableau 2 : quantités d'oxygène dissous généralement constatés après traitements physiques

Exemple de traitement physique	Quantités d'oxygène dissous	
	avec inertage	sans inertage
Centrifugation	<0,5 mg/L	<1,5 mg/L
Électrodialyse	<0,5 mg/L	<2 mg/L
Filtration sur terre	<0,1 mg/L	<2,5 mg/L
Filtration tangentielle	<0,1 mg/L	<1,5 mg/L
Stabilisation tartrique	<2 mg/L	<3 mg/L

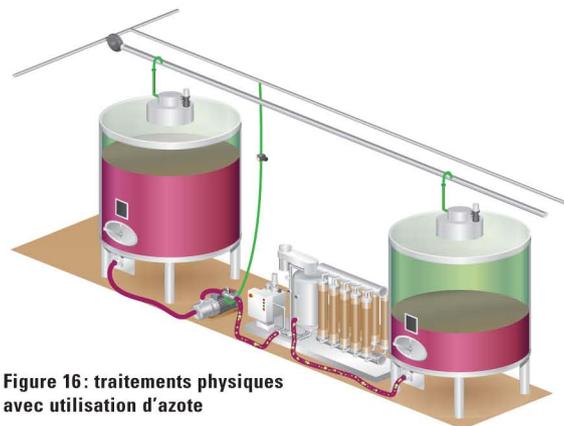


Figure 16 : traitements physiques avec utilisation d'azote



Ateliers post-fermentaires : inertage intelligent des cuves.

PRINCIPE

Inertier les ciels gazeux des cuves en contrôlant la pureté avec Purg’Ciel®.

QUELQUES MOTS SUR LE PURG’CIEL® ET L’INERTAGE À L’AZOTE

Purg’Ciel® est un appareil qui permet d’une part de contrôler le taux d’oxygène dans les ciels gazeux, et d’autre part de purger ce ciel s’il est jugé impur.

Grâce à cet appareil, il est possible d’atteindre des très grandes puretés en inertant à l’azote. Ce qui ne serait pas possible sans son utilisation (c’est pourquoi sans cet appareil, un inertage au CO₂ est souvent plus efficace). L’azote est moins lourd que l’oxygène (voir tableau 3), donc il peut s’échapper rapidement, compte-tenu du fait que les cuves sont rarement étanches au sommet. Sans capteur d’oxygène, il est impossible de connaître les taux d’oxygène. Nous ne pouvons que vivement recommander Purg’Ciel® pour un inertage intelligent (performant et à moindre coût). Purg’Ciel® peut piloter plusieurs cuves.

EN PRATIQUE

- L’azote est maintenu à une faible pression (20 mbar) dans les ciels gazeux (un détendeur 7 bar-20 mbar à l’entrée, puis une soupape par cuve).
- En moyenne, il faut renouveler 3 à 4 fois le volume de ciel gazeux pour obtenir une pureté satisfaisante pour un élevage.
- Sans appareil de contrôle du ciel gazeux (avec purge), un inertage 100% azote est souvent moins performant qu’un inertage 100% CO₂. Avec ce type d’appareil, l’inertage devient même plus performant et surtout beaucoup plus économique. En effet, il est possible d’atteindre des taux d’oxygène dans les ciels gazeux compris entre 0,5% et 1% (plus de 2% sans son utilisation). Ces valeurs sont atteintes avec 4 balayages.

REMARQUE

- Sans inertage, l’apport théorique d’oxygène par l’air ambiant sur une surface sans turbulence est de 200 mg/h/m² de surface de contact vin-air. Ce qui signifie qu’un élevage de 3 mois dans une cuve de 200 hL avec une cheminée d’un diamètre de 50 centimètres apporte plus de 4 mg/L d’oxygène.
- La technique de la bougie est une très mauvaise technique pour contrôler un inertage. En effet, la bougie s’éteint en dessous d’un taux d’oxygène de 16,5%.

Tableau 3 : masses des gaz carbonique, azote, oxygène et argon

à 15°C et P atm	N ₂	O ₂	CO ₂	Ar
Masse d’un m ³ de gaz (en kg)	1,18	1,35	1,86	1,69

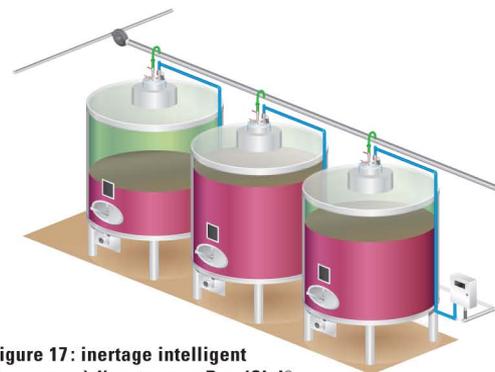


Figure 17 : inertage intelligent des cuves à l’azote avec Purg’Ciel®



Ateliers post-fermentaires : transferts de vins.

PRINCIPE

Éviter l'apport d'oxygène lors des transferts de vins par inertage à l'azote.

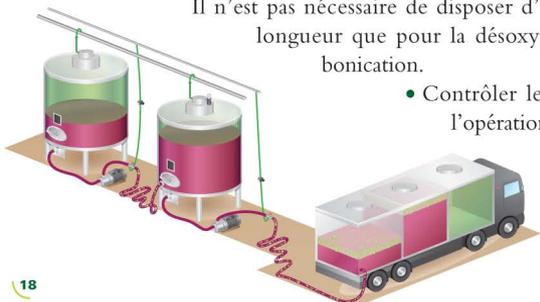
EN PRATIQUE

- Injecteur d'azote en sortie de pompe.
- Pression du détendeur généralement constatée = 3-5 bar.
- En général, un débit d'azote de l'ordre de 5% du débit du vin suffit à protéger. Des contrôles d'oxygène dissous doivent être effectués sur site pour caler ce pourcentage en fonction de sa propre configuration. Si l'objectif est également de désoxygéner voire de décarboniquer, il faut augmenter ce débit. Dans ce cas, se reporter à la partie *stripping*.
- L'inertage des ciels gazeux des contenants de départ et d'arrivée est fondamental, ainsi que l'inertage des manches.
- L'azote doit également être injectée dans les canalisations pour une protection efficace.
- En fonction de la longueur des canalisations, une désoxygénation et éventuellement une décarbonation partielles peuvent être constatées.

Il n'est pas nécessaire de disposer d'une ligne de la même longueur que pour la désoxygénation ou la décarbonation.

- Contrôler le CO₂ et le SO₂ après l'opération.

Figure 18 : transfert de vin de cuve à cuve ou de cuve dans un camion-citerne



REMARQUES

- Sans inertage, les apports d'oxygène constatés peuvent atteindre 1-2 mg/L.
- L'injection d'azote à la fin de l'opération est aussi utile au "séchage" de la tuyauterie.
- Le transfert peut avoir 2 objectifs :
 - Vidage complet : il n'est pas nécessaire de rester en protection totale sous azote, cela dépend de la capacité de production d'azote. L'intérêt est limité donc en général la cuve est ouverte par le haut.
 - Vidage partiel : il faut que le volume d'azote apporté compense le volume de vin retiré, et cela en dynamique. Le débit maximal est réglé sur la capacité de production d'azote, avec le stock d'azote comme tampon.

Ateliers post-fermentaires : conditionnement (mise en bouteilles, mise en BIB®)

PRINCIPE

Limiter voire éviter l'oxygène dissous dans les vins et dans les espaces de tête par inertage à l'azote.

EN PRATIQUE

- C'est la tireuse qui doit être équipée.
- Quel volume d'azote injecter dans les bouteilles avant remplissage ?
 - 1) "Faire le vide" dans la bouteille, en réalité, 200 mbar (200 mbar signifie qu'il reste 20% d'air. L'air étant composé de 20% d'oxygène, il restera donc 5% d'oxygène dans la bouteille.
 - 2) On envoie 1 fois le volume de la bouteille en azote. Remarque : si on fait 2 fois de suite le vide, le taux d'oxygène atteint est de 1%.



- Une mise en bouteilles standard apporte entre 1 et 2 mg/L d'oxygène dissous. Il est fréquent de constater jusqu'à 4 mg/L d'oxygène dissous, parfois même la saturation du vin est presque atteinte. Une mise en bouteille de qualité doit pouvoir descendre en dessous de 0,5 mg/L (certaines caves performantes descendent même sous les 0,2 mg/L).
- Pour les BIB, un apport d'oxygène de 1 à 2 mg/L est un bon résultat, au vu des quantités trop souvent constatées. Pour faire simple, chaque mg d'oxygène dissous supplémentaire va diminuer d'un mois la durée de conservation du BIB.
- 1 mg/L d'oxygène dissous à la mise en bouteille va consommer jusqu'à 4 mg/L de SO₂ libre dans les semaines qui suivent l'opération (entre 1 et 4 mg/L). C'est la phase de la "maladie de la bouteille", qui correspond notamment à des réactions d'oxydo-réduction.
- Pour nettoyer une bouteille à l'azote, on utilise la technique de la soufflette avec un tube plongeur dans la bouteille (P = 5-6 bar avec un débit de 18m³/h, pour des volumes faibles au total).

REMARQUES

- Pour limiter l'oxygène dissous en bouteille, le premier geste œnologique doit être de vérifier le niveau d'oxygène dissous dans le vin à tirer, et éventuellement de le désoxygéner.
- Dans une bouteille, l'apport d'oxygène a 2 origines : l'oxygène dissous et l'oxygène du ciel gazeux de l'espace de tête.
- L'utilisation d'azote à la mise en bouteille, en comparaison avec le CO₂, peut provoquer de légères différences de niveaux. La quantité de vin dans les bouteilles reste le même. L'explication est la suivante : l'azote exerce une légère pression à la surface du vin (le vin étant saturé en azote), contrairement au CO₂ qui va se dissoudre dans le vin.

- À noter que l'utilisation de capsules à vis ne va pas provoquer de légère surpression dans la bouteille et que le dégarni est préférable en azote (dans ce cas, il fait également injecter une seconde fois de l'azote au sertissage, même en ayant préalablement inerté la bouteille à 100%).
- L'inertage des bouteilles s'effectue avec des volumes d'azote compris entre 1 et 3 fois le volume des bouteilles.
- Il existe la technique du *dropping* : de l'azote liquide est injecté dans les bouteilles avant remplissage, ce qui permet de chasser l'air par évaporation (1 volume d'azote liquide correspond à 600 volumes d'azote gazeux).
- De plus en plus les rinceuses à l'eau sont remplacées par l'azote pour éviter les bris de verre et les poussières.

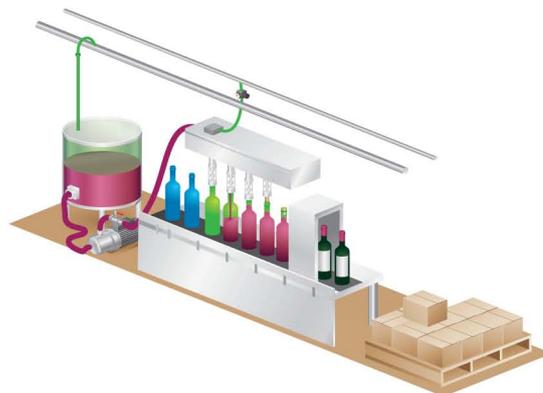


Figure 19: conditionnement et mise en bouteilles



Bibliographie.

ANGELINI A., 2007. Désoxygénation des vins. *Revue des Œnologues*, 125(S), 54-55.

BLOUIN J., 1992. - *Techniques d'analyses des moûts et des vins - Dujardin-Salleron - Paris - 1992 - p258.*

BOULET J.C., MOUTOUNET M., 1998. *Micro-oxygénation des vins. Œnologie fondements scientifiques et technologiques.* Flanzly C., 1044-1048. Ed. Lavoisier TEC & DOC, Paris.

BOULET J.C., VIDAL J.C., 1999. *Dissolution d'oxygène à la mise en bouteille. Compte rendu d'expérimentation.* INRA-IPV-ISVV U E Pech-Rouge Gruissan.

BOULET J.C., VIDAL J.C., DEAGE M., 2004. *Présentation des résultats. Actes de la réunion plénière, 14-17 novembre 2004.* Performance BIB. Adelaide. 47-64.

BRÉVOT M., LABBÉ J., VIAUX L., BOURNÉRIAS P.-Y., MARCOULT A. ET ROBILLARD B., 2007. *Master-ing oxygen at bottle stage a proposal for sparkling wines.* 13th Australian Wine Industry Technical Conference, Adelaide, Australie.

CHATONNET P., LABADIE D., 2003. *Caractéristiques physiques et comportement vis-à-vis de l'oxydation du vin de différents types de bouchons cheville.* *Revue des Œnologues*, 198, 13-20.

Charte sur les bonnes pratiques de conservation des vins de la Vallée du Rhône - Guide n°14. Institut Rhodanien. France. 2009.

DUFRENE A., SHEA P., BOULET J.C., 2007. *Guide des bonnes pratiques pour le conditionnement du vin en BIB.* Performance BIB.

FORNAIRON-BONNEFOND C., 2000. *Réactivité post-fermentaire de Saccharomyces cerevisiae vis-à-vis de l'oxygène.* Doctorat en Sciences des Aliments, Univ. Montpellier III, Montpellier.

FRANCIS L., FIELD J., GISHEN M., COULTER A., VALENTE P., LATTEY K., HOJ P., ROBINSON, E., GODDEN P., 2003 *The AWRI closure trial:*

sensory evaluation data 36 months after bottling. *Aust. N.Z. Grape-grower Winemaker*, 475 (59R60), 62R64.

FREMY B., LE BRAS G., VIGNON X., ROBILLARD B., 2007. *Oxygène et maîtrise des procédés - Principe et utilisation de la désoxygénation.* *Revue des Œnologues*, 122, 41-44.

GIRARDON, P., 2002. *Utilisation des gaz inertes en œnologie. Maîtrise des teneurs en gaz carbonique. Conservation sous gaz neutre.* *Vigne et Vin Publications Internationales.*

LOPES P., SAUCIER C., TEISSEIDRE P.L., GLORIES Y., 2006. *Impact of storage position on oxygen ingress through different closures into wine bottles.* *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 6741-6746.

MOUTOUNET M., VIDAL J.C., 2005. *La mesure de l'oxygène dissous au chai : nouveau critère de l'assurance qualité. L'innovation en viticulture-œnologie.*

MOUTOUNET M., MAZAURIC J.P., 2001. *L'oxygène dissous dans les vins.* *Revue Française d'Œnologie* 2001, n°186, 12-15.

MOUTOUNET M., MAZAURIC J.P., 1999. *Dosage des micro-quantités d'oxygène dans les vins.* *Feuillets verts de l'O.I.V.* 1999, n°1085.

POUCHAIN O., CAZORLA P., 2007. *Maîtrise des gaz dissous. Exemple de l'oxygène.* *Revue des Œnologues*, 125(S), 56-60.

RENIER A. *L'argon : un gaz à la fois inerte et dense. Une solution originale pour l'inertage des vins stockés en cave.* *Revue des Œnologues*, 125(S), 52-53.

RIBÉREAU-GAYON J. 1931. *Contribution à l'étude des oxydations et réductions dans les vins.* *Thèse Sciences Physiques.* Delmas. Bordeaux, 56-58.

RIBÉREAU-GAYON, J., PEYNAUD, E., RIBÉREAU-GAYON, P., SUDRAUD, P., 1977. *Emploi des gaz inertes.* In : *Traité d'œnologie, Sciences et Techniques du Vin.* Bordas Ed., Paris, 81-95.

SINGLETON V.L., 1987. *Oxygen with phenols and related reactions in musts, wines and model systems: observations and practical implications.* *Am. J. Enol. Vitic.*, 38, 69-77.

VALADE M., TRIBAUT-SOHIER I., BUNNER D., PIERLOT C., MONCOMBLE D., TUSSEAU D., 2006. *Les apports d'oxygène en vinification et leurs impacts sur les vins : 1ère partie.* *Le Vigneron Champenois*, 8, 17-28.

VALADE M., TRIBAUT-SOHIER I., BUNNER D., LAURENT M., MONCOMBLE D., TUSSEAU D., 2007. *Les apports d'oxygène en vinification et leurs impacts sur les vins : le cas particulier du champagne (2ème partie).* *Revue Française d'Œnologie* 2007, 222, 17-28.

VIDAL J.C., MOUTOUNET M., 2008. *La Maîtrise des apports d'oxygène au conditionnement.* *Revue Française d'Œnologie*, 229, 9p.

VIDAL J.C., MOUTOUNET M., 2007. *Apports d'oxygène au cours du conditionnement des vins tranquilles et impact sur le fruité.* *Revue des Œnologues*, 125(S), 24-26.

VIDAL J.C., MOUTOUNET M., 2007. *Evolution de la teneur en oxygène total des vins tranquilles en bouteille.* 8ème Symposium International d'Œnologie de Bordeaux. 25-27 juin 2007.

VIDAL J.C., MOUTOUNET M., 2006. *Monitoring of oxygen in the gas and liquid phases of bottles of wine at bottling and during storage* *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin* 2006, 40 n°1, 35-45.

VIDAL J.C., BOULET J.C., MOUTOUNET M., 2004. *Les apports d'oxygène au cours des traitements des vins. Bilan des observations sur site, 3ème partie.* *Revue Française d'Œnologie*, 205, 25-33.

VIDAL J.C., TOITOT C., BOULET J.C., MOUTOUNET M., 2004. *Comparison of methods for measuring oxygen in the headspace of a bottle of wine.* *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin* 2004, 38(3), 191-200.

VIDAL J.C., BOULET J.C., MOUTOUNET M., 2003. *Les apports d'oxygène au cours des traitements des vins. Bilan des observations sur site, 2ème partie.* *Revue Française d'Œnologie*, 201, 32-38.

VIDAL J.C., DUFOURCQ T., BOULET J.C., MOUTOUNET M., 2001. *Les apports d'oxygène au cours des traitements des vins. Bilan des observations sur site, 1ère partie.* *Revue Française d'Œnologie*, 190, 24-31.



Votre future réserve d'azote... infinie.

Lors de l'élaboration d'un vin, l'absence ou l'excès d'O₂ dissous a des effets indésirables bien connus. C'est pourquoi Œnoméca vous propose une gamme de générateurs d'azote sur site à partir de l'air ambiant, filtré. L'investissement de départ est amorti très rapidement et vous réalisez ensuite d'importantes économies.

Mais Œnoméca est bien plus qu'un simple fournisseur. Spécialiste de l'utilisation de ce gaz inerte en conditions œnologiques, Œnoméca capitalise une expertise, des références et de nombreux outils spécifiques à votre secteur. Nous vous apportons des solutions "azote intégré" qui vous aident à maîtriser l'oxygène dissous tout le long du processus œnologique, du pressurage à la mise en bouteille.

PROTÉGER LA VENDANGE, LES MOÛTS, LES VINS

Produire vous-même votre azote et utiliser les différentes solutions Œnoméca, cela veut dire : inerte, protéger, contrôler le ciel gazeux, garantir l'étanchéité des cuves, décarboniquer, désoxygéner, protéger les vendanges, les moûts et les vins, réduire les risques d'oxydation, diminuer les doses en SO₂ et les traitements en CO₂, stocker les vins dans des cuves en vidange et éviter le relogement des vins.

Nous avons aussi créé Purg'ciel qui mesure le taux de O₂ présent dans le ciel gazeux de la cuve et le renouvelle automatiquement jusqu'à obtention du bon taux de pureté. Un autre exemple est Inert'bouchon, adaptable sur toutes les cuves et qui garantit l'étanchéité lors de l'injection d'azote. Avec la gamme de solutions "azote intégré" de Œnoméca vous devenez facilement le pilote de votre production.

POURQUOI ŒNOMÉCA A UN POSITIONNEMENT DIFFÉRENT ?

Nos solutions "azote intégré" sont les seules entièrement dédiées à l'œnologie. De plus, Œnoméca propose une extension de garantie 5 ans ou 10 ans et intervient toujours dans les 24h ou remplace l'appareil défaillant dans les 48h.

Bien entendu, Œnoméca sécurise au maximum le processus de fabrication de l'azote en répondant aux normes alimentaires. La centrale d'air est dotée d'un système de filtration adapté pour l'alimentarité de l'azote.

OLIVIER ZÉBIC

Ingénieur Agronome et Œnologue de Montpellier SupAgro, Olivier Zébic est gérant du cabinet éponyme. Ce cabinet a 3 activités principales :

- Le conseil technique et technologique innovant axé réduction des coûts de production auprès de la production viti-vinicole : irrigation, fertirrigation, mécanisation du vignoble, nouveaux cépages, nouvelles techniques et technologies œnologiques.
- Le business développement, auprès des fournisseurs de la filière viti-vinicole (gestion de projets innovants, lancement de produits ou services).
- Les études autour du monde des nouvelles technologies, de l'agriculture, de l'agroalimentaire, et de la viticulture et de l'œnologie en particulier.

Olivier Zébic est également co-fondateur du réseau Vinseo, en charge actuellement de l'innovation et des conférences, ancien dirigeant et co-fondateur des sociétés Sferis et Vivelys (avec lesquelles il a été de nombreuses fois lauréat de concours prestigieux autour de l'innovation technologique), intervenant à Montpellier SupAgro, et vigneron.



www.oenomeca.com

Airtech
Services
œnoméca

© B-to-B Design in Montvillier - France - Autour: Olivier Zebic
Purgelal ©, Inert'houchon © et le Guide des bonnes pratiques ©
sont la propriété exclusive d'œnoméca ©