

## **MAINTIEN DU VIN EN CONDITIONS OPTIMALES JUSQU'AU CONSOMMATEUR – LE VIN, LE BOUCHAGE ET LES AUTRES VARIABLES DE CONDITIONNEMENT**

**Synthèse des recherches de l'AWRI menées sur les changements qui affectent le vin, après mise en bouteille.**

**2<sup>nd</sup>e partie.**

**Peter GODDEN<sup>1,3</sup>, Kate LATTEY<sup>1</sup>, Leigh FRANCIS<sup>1</sup>, Mark GISHEN<sup>1</sup>, Geoff COWEY<sup>1</sup>, Matthew HOLDSTOCK<sup>1</sup>, Ella ROBINSON<sup>1</sup>, Elizabeth WATERS<sup>1</sup>, George SKOUROUMOUNIS<sup>1</sup>, Mark SEFTON, Dimi CAPONE, Mariola KWIATKOWSKI, John FIELD<sup>2</sup>, Adrian COULTER<sup>1</sup>, Narelle D'COSTA<sup>1</sup> and Belinda BRAMLEY<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>The Australian Wine Research Institute, PO Box 197, Glen Osmond, SA 5064, Australia.

<sup>2</sup>John Field Consulting Pty. Ltd., 10 High Street, Burnside, SA 5066 (formerly of CSIRO Mathematical and Information Sciences)

<sup>3</sup>Auteur correspondant: Peter Godden facsimile +61 8 8303 6601, email Peter.Godden@awri.com.au

**Article faisant suite à une conférence de Enoforum 2005, 21-23 mars, Piacenza (Plaisance), Italie**

### **Facteurs liés à la formation des caractères réduits dans le vin en bouteille**

Dans un futur proche, il est probable que la majorité des producteurs de vin utilisera des bouchons avec une perméabilité à l'oxygène plus faible et plus régulière que ceux qu'ils utilisent actuellement. Le risque potentiel le plus important d'un tel scénario est le danger d'obtenir des vins produisant des caractères « réduits » après mise en bouteille.

Il doit être clairement indiqué à nouveau que les capsules à vis, ou tout autre type de bouchage d'ailleurs, n'entraînent pas de caractères *réduits* dans le vin en bouteille et également que la grande majorité des vins conditionnés dans des bouteilles fermées avec des capsules à vis ne présentent pas de caractères *réduits*. Il faut également indiquer que la plupart des vins conditionnés dans des bouteilles fermées avec d'autres types de bouchage que la capsule à vis présente également des caractères *réduits*. Le AWRI propose régulièrement des Stages de Dégustation de Vins de niveau avancé, qui se composent de quatre jours de cours et dont l'objectif est de préparer des dégustateurs expérimentés à être juges lors de concours de vins. La session la plus récente s'est tenue en septembre 2004 et un pourcentage de vins fermés avec bouchon en liège légèrement supérieur à celui des vins fermés avec des capsules à vis a été considéré comme présentant des caractères *réduits*. La différence notée n'a cependant pas été significative statistiquement parlant. Ainsi, il semble véritablement nécessaire d'arriver à comprendre les causes du développement de ces caractères dans les vins, et ce quel que soit le type de bouchage.

Le potentiel de développement des caractères *réduits* dépend de la composition du vin au moment de l'embouteillage, mais les mécanismes de ce développement sont complexes et restent encore à élucider. En outre, alors que les composés contenant des formes chimiquement réduites du soufre, et plus particulièrement les thiols (un groupe important de composés contenant des formes chimiquement réduites du soufre, les mercaptans inclus), sont tenus pour responsables des arômes *réduits*, il faut également souligner qu'il y a probablement un grand nombre de composés dans le vin non identifiés actuellement et que leurs arômes et seuils de perception restent encore inconnus.

Tel qu'indiqué plus haut, en septembre 2002, l'AWRI a mené une seconde expérimentation sur le bouchage, en utilisant un vin et des procédures d'embouteillage très similaires au vin et aux procédures utilisées lors de l'essai d'origine et en stockant le vin dans les mêmes conditions. C'est dans le but de satisfaire les nombreuses entités commerciales qui avaient approché l'AWRI pour faire tester leurs produits d'une façon similaire à celle de l'essai d'origine que cet essai a été réalisé dans le respect des règles de confidentialité commerciale. Les résultats de l'essai jusqu'à 18 mois après la mise en bouteille pour la capsule à vis et les bouchons en liège Référence 2 et 3 ont été publiés dans l'édition d'août 2004 de la *Technical Review* de l'AWRI (Godden et al. 2004). L'hypothèse ayant été

émise que la formation des caractères réduits pouvait être liée à une combinaison de la concentration en SO<sub>2</sub>, de la hauteur du remplissage et de la concentration en oxygène dissous au moment de l'embouteillage, deux de ces facteurs ont été examinés lors de cette expérimentation, à savoir la concentration en SO<sub>2</sub> et le volume de l'espace de tête au moment de la mise en bouteille.

Le vin (un Sémillon de Clare Valley 2002) a été embouteillé et fermé avec des capsules à vis (Auscaps avec revêtement en étain) à deux hauteurs de remplissage et deux concentrations en SO<sub>2</sub>. Les détails de ces quatre modalités sont indiqués dans le tableau 3.

Hauteur de remplissage "basse" (48 mm de vidange, 38 mg/L de SO <sub>2</sub> Libre)	Hauteur de remplissage "basse" + SO <sub>2</sub> (47 mm de vidange, 54 mg/L de SO <sub>2</sub> Libre)
Hauteur de remplissage "haute" (30 mm de vidange, 39 mg/L de SO <sub>2</sub> Libre)	Hauteur de remplissage "haute"+ SO <sub>2</sub> (29 mm de vidange, 59 mg/L de SO <sub>2</sub> Libre)

*Tableau 3. Essai expérimental de l'effet de la hauteur de remplissage et de la concentration en SO<sub>2</sub> sur la formation des caractères réduits dans le vin en bouteille*

Tel que montré dans la figure 6, il n'a pas pu être démontré que la hauteur de remplissage ou la concentration en SO<sub>2</sub> libre au moment de la mise en bouteille ont une influence sur l'intensité du caractère *réduit* (silex taillé) dans le vin fermé et ce dans les 4 cas indiqués dans le tableau 3, 24 mois après la mise en bouteille.

Cependant, la figure 7 montre qu'il existe une certaine corrélation entre la concentration en SO<sub>2</sub> libre et l'intensité du caractère *réduit*, quand on prend en compte toutes les bouteilles fermées avec tous les types de bouchage testés lors de l'essai avec une concentration standard de SO<sub>2</sub>. Ces autres types de bouchage étaient pour la plupart des bouchons technologiques et des bouchons en liège, dont certains avaient été soumis à des traitements brevetés pouvant réduire la perméabilité à l'oxygène. Pour le vin utilisé pendant l'essai, l'intensité du caractère de silex taillé a commencé à augmenter de façon marquée à une concentration de SO<sub>2</sub> libre d'environ 23 mg/L. Une relation similaire avait été notée dans l'essai bouchage initial : La concentration en SO<sub>2</sub> à laquelle l'intensité du caractère silex taillé augmentait de façon exponentielle était d'approximativement 12 mg/L. Cette concentration en SO<sub>2</sub> était la même 63 mois après la mise en bouteille (figure 8), tel que cela avait été avec le vin issu du même essai à 24 mois après embouteillage (données non montrées).

Bien qu'une corrélation positive ait été trouvée entre la concentration en SO<sub>2</sub> et l'intensité du caractère *réduit* dans des bouteilles individuelles des vins utilisés pour les deux essais, on considère que cette relation comme une coïncidence et non une cause. Pour expliquer ce fait, il est logique de chercher une variable commune qui puisse conduire à la fois à la consommation de SO<sub>2</sub> et à la perte de composés qui nous décrivent comme « réducteurs ». Cette variable est considérée comme étant le taux d'oxygène que le type de bouchage laisse pénétrer.

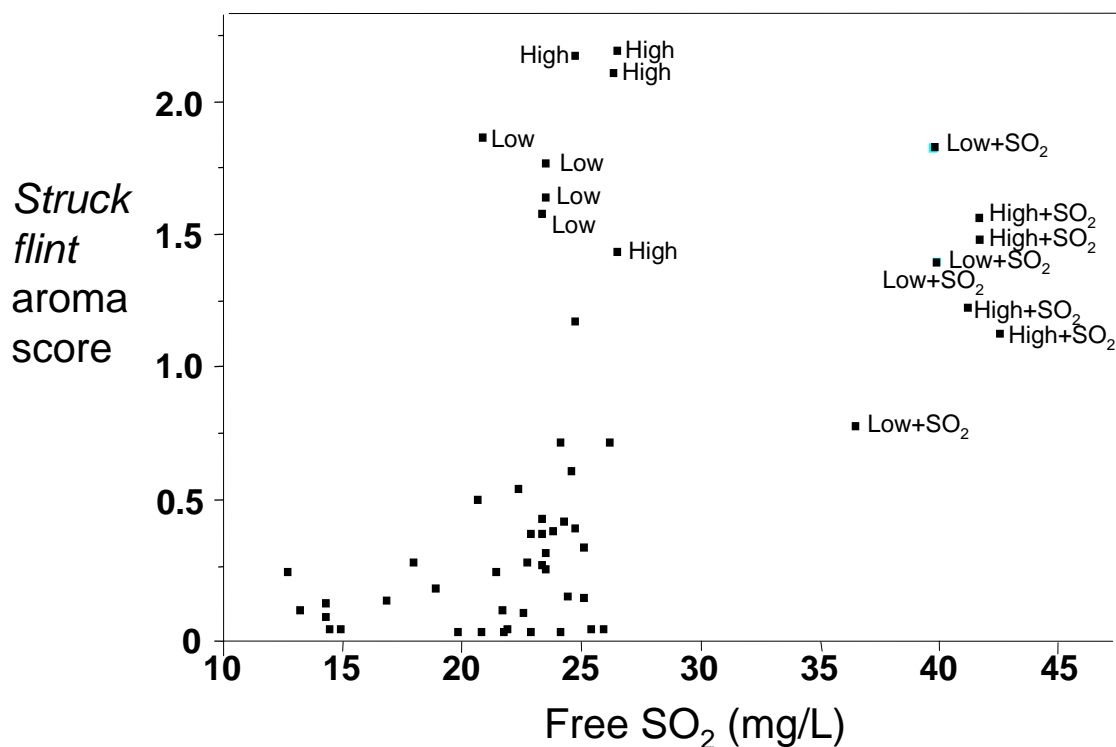


Figure 6 « essai bouchage commercial » de l'AWRI : relation entre la concentration en SO<sub>2</sub> Libre (bouteilles individuelles) et résultats moyens (échelle de 0 à 9) obtenus lors d'une évaluation sensorielle conduite 24 mois après embouteillage pour le descripteur aromatique « silex taillé ».

Toutes choses étant égales par ailleurs, plus le taux de pénétration d'oxygène est bas, plus le taux de perte en SO<sub>2</sub> sera bas. De plus, toutes choses étant égales par ailleurs, plus le taux de pénétration d'oxygène est bas, plus la vitesse d'oxydation des thiols est basse, ce qui peut permettre aux concentrations de thiols de dépasser le seuil de perception sensorielle *si* le vin a un potentiel à cela. Ainsi, on peut s'attendre à une corrélation positive entre les variables de la concentration de SO<sub>2</sub> et l'intensité du caractère *réduit*.

Cette hypothèse est soutenue par un essai au cours duquel un vin de chardonnay a été fermé avec des bouchons en liège et des capsules à vis. Une partie de ce vin a été placée dans des ampoules en verre hermétiques, en absence d'oxygène et ces ampoules ont ensuite été stockées dans un milieu anaérobique. 4 ans après avoir été mis en bouteille ou dans les ampoules, le vin fermé avec les capsules à vis ou placé dans les ampoules a obtenu la même notation concernant le caractère oxydé, mais le vin placé dans les ampoules a obtenu des notes beaucoup plus élevées pour le descripteur *silex/ caoutchouc* lors de l'évaluation sensorielle. Bien que cet essai n'ait pas été répété de nombreuses fois, il confirme que la présence ou l'absence d'oxygène au moment où les thiols se forment sont un facteur important dans la détermination du degré de développement du caractère *réduit* dans le vin en bouteille.

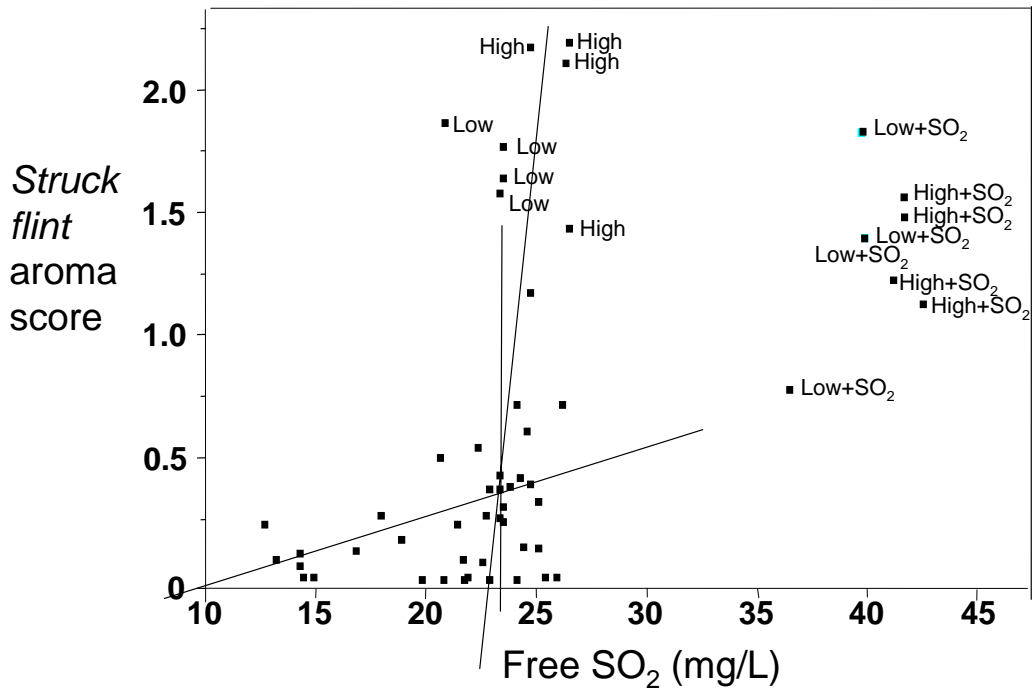


Figure 7. « Essai bouchage commercial » de l'AWRI : relation entre la concentration en SO<sub>2</sub> Libre (bouteilles individuelles) et résultats moyens (échelle de 0 à 9) obtenus lors d'une évaluation sensorielle conduite 24 mois après embouteillage pour le descripteur aromatique « silex taillé ».

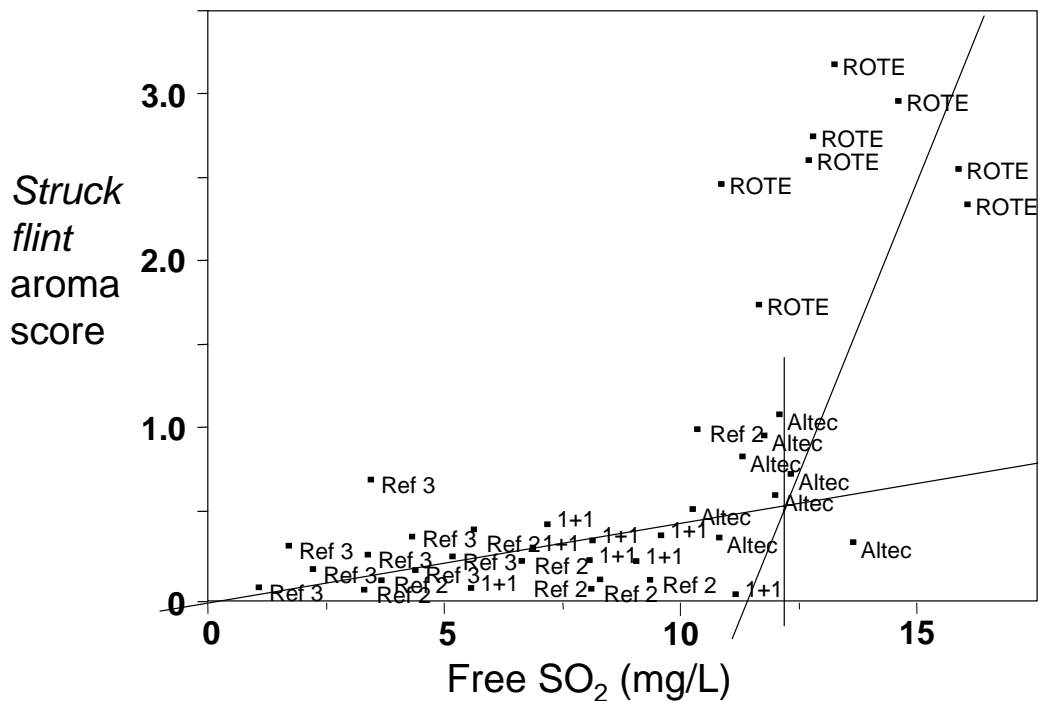


Figure 8. "Essai bouchage" de l'AWRI: relation entre la concentration en SO<sub>2</sub> Libre (bouteilles individuelles) et résultats moyens (échelle de 0 à 9) obtenus lors d'évaluation sensorielle conduite 63 mois après embouteillage (ROTE = capsules à vis (= roll-on tamper evident), Ref 2 = Bouchon en liège référence 2, Ref 3 = Bouchon en liège référence 3, 1+1 = One plus One).

En ce qui concerne la hauteur de remplissage, aucune différence n'a été relevée dans le développement du caractère *réduit* après mise en bouteille, aux deux hauteurs de remplissage utilisées pour cet essai. De plus, lors des deux dernières sessions des formations de niveau avancé à

l'évaluation sensorielle du vin de l'AWRI, les hauteurs de remplissage (ajustées à une température de vin de 20°C) ont été mesurées dans toutes les bouteilles fermées avec des capsules à vis. Aucune relation n'a pu être identifiée entre la hauteur de remplissage et l'évaluation notée des participants sur l'apparition ou l'intensité du caractère *réduit*.

Comment peut-on expliquer ces observations ? Il est probable que tout l'oxygène présent dans l'espace de tête et dissout dans le vin lors de la mise en bouteille est consommé par des réactions chimiques qui se produisent dans le vin au bout de quelques jours ou semaines d'embouteillage. A l'inverse, les thiols peuvent se former sur plusieurs mois ou années.

Lors de l'essai bouchage initial, aucun caractère *réduit* n'avait été détecté jusqu'à 18 mois après la mise en bouteille. Les thiols s'oxydent facilement. Ainsi, s'ils se forment quand l'oxygène introduit à l'embouteillage ou pénétrant par le bouchon est disponible, leur concentration ne devrait pas augmenter au point de dépasser le seuil de perception sensorielle. A l'inverse, si les thiols se forment après que tout l'oxygène introduit au moment de l'embouteillage a été consommé, et dans un environnement où pas ou peu d'oxygène pénètre par le bouchage, alors leur concentration peut dépasser le seuil de perception sensorielle. Pour les vins qui ont prédisposition à cela, une perméation accrue de l'oxygène par le bouchage, qu'il s'agisse d'une capsule à vis ou de tout autre type de bouchage, sera un avantage. Cependant, l'on devra rappeler que la formation du caractère *réduit* dans ces circonstances ne saura être pas due au bouchage, mais bien plutôt à un problème inhérent au vin. Il faut également souligner qu'alors qu'une perméation accrue à l'oxygène, si elle peut apporter une solution au problème de réduction, peut également avoir d'autres effets indésirables sur le développement du vin, effets qui invalideraient les raisons incitant à l'utilisation en premier lieu des capsules à vis ou de tout autre type de bouchage à perméation d'oxygène contrôlée.

En outre, il a été remarqué que les volumes des espaces de tête maximaux dans les bouteilles fermées avec des capsules à vis utilisées pour le *stage de niveau avancé à l'évaluation sensorielle du vin* de 2004 étaient considérablement plus importants que ceux des bouteilles utilisées pour le même cours en 2003. Il est possible que certains producteurs de vin aient pris la décision d'augmenter leur espace de tête au moment de la mise en bouteille pour réduire le risque de « réduction » a posteriori. Cependant, les auteurs pensent qu'une telle stratégie aura vraisemblablement peu de chance d'être efficace et pourra seulement conduire à un vieillissement prématuré du vin, ce qui, encore une fois, pourrait aller à l'encontre des arguments incitant l'utilisation des capsules à vis.

Si cette hypothèse est vraie, la conclusion que l'on peut tirer de ces essais est que une certaine quantité d'oxygène pénètre dans le vin fermé avec les capsules à vis, tel que cela a été démontré lors de l'essai sur le perméation de l'oxygène (Mocon) mené sur un petit nombre de bouteilles issues du premier essai bouchage. Il convient de souligner que cet essai a été réalisé environ 3 ans après la mise en bouteille et qu'il a seulement porté sur un petit nombre d'échantillon. Ces données ne doivent donc pas être considérées comme formellement représentatives, mais plutôt comme étant utiles dans le contexte d'une discussion sur le développement des caractères *réduits* dans le vin en bouteille.

	Moyenne	Quantités
Capsules à vis (n=6)	0.0005	0.0002 - 0.0008
Altec (n=6)	0.0010	0.0007 - 0.0013
Bouchons naturel Référence 2 (n=12)	0.0179	0.0001 - 0.1227

Tableau 4. Perméation de l'oxygène ((mL O<sub>2</sub> par jour) d'une capsule à vis, d'un bouchon en liège Altec et d'un bouchon en liège Référence 2, testé environ 36 mois après mise en bouteille – résultats de l'essai bouchage de l'AWRI

Les capsules à vis ont permis la pénétration d'en moyenne 0.0005 mL d'oxygène par jour, les taux variant entre 0.0002 et 0.0008 mL. Avec les bouchons Altec, qui avaient retenu une concentration similaire à celle de la capsule à vis en SO<sub>2</sub> et qui avait également reçu, lors de l'évaluation sensorielle, les notes les plus élevées après la capsule à vis pour les caractères réduits (malgré la contamination au TCA dans ces échantillons), a été relevée la perméation d'oxygène la plus basse après celle de la capsule à vis, avec en moyenne une entrée d'oxygène de 0.0010 mL par jour et

des taux variant entre 0.0007 et 0.0013. Avec les bouchons en liège Référence 2, la perméation moyenne d'oxygène relevée est de 0.0179 mL jour et les taux vont de 0.0001 à 0.1227.

Tout comme pour tous les autres types de bouchage, la quantité d'oxygène qui pénètre les capsules à vis est mesurable, et le taux de perméation de l'oxygène de tous les bouchages est apparemment lié à la formation et à l'intensité des caractères *réduits* dans la bouteille. Cependant, plutôt que d'augmenter simplement le taux de perméation de l'oxygène des bouchages à perméation faible, quelles sont les meilleures stratégies pour éviter la formation des caractères *réduits* ?

La façon la plus évidente pour éviter la « réduction » post embouteillage est celle qui consiste à minimiser la production des thiols et de leurs précurseurs, tels que les thiols esters, lors de la vinification. Dans la plupart des vins, la majorité des sulfates et des précurseurs de thiols sont susceptibles de se former au cours de la fermentation et il est vraisemblable que la concentration maximale de ces composés soit présente à la fin de la fermentation. Ainsi, une meilleure gestion de la fermentation est susceptible d'avoir un impact bénéfique pour minimiser le potentiel d'un vin à développer des caractères *réduits* a posteriori. Une gestion plus appliquée de la fermentation, c'est-à-dire en optimisant la préparation de la culture levurienne, en évitant les chocs thermiques et en assurant un apport adapté de nutriments et d'oxygène, doit faire partie de la stratégie visant à éviter la réduction post embouteillage. Les vins ayant connu des problèmes de fermentation sont plus susceptibles de devenir *réduits* si fermés avec des bouchages à perméation d'oxygène peu élevées.

Deuxièmement, réaliser la majeure partie du collage au cuivre, si collage au cuivre il y a, pendant que le vin est encore sur les lies de levure est susceptible de minimiser la concentration en cuivre résiduel dans le vin, car les cellules de levures ont une forte affinité pour adsorber le cuivre. Procéder à un collage à ce moment là est également susceptible d'éliminer une concentration maximale de thiols et de précurseurs de thiols (si l'on considère le postulat selon lequel le cuivre réagit aux précurseurs de thiols comme exact), car ils y sont vraisemblablement présents à leur concentration maximale. Les lies de levures viables ont également la capacité de re-métaboliser des composés contenant des formes chimiquement réduites de soufre. Ainsi, retarder l'ajout de SO<sub>2</sub> après la fermentation pourrait être utile et permettre le bon déroulement du collage au cuivre.

Certains vinificateurs australiens ont fait part aux auteurs de leur théorie selon laquelle il y a une « réserve de sulfates (thiols et précurseurs de thiols) » définie à la fin de la fermentation et qu'ajouter du cuivre en quantité relativement importante à ce stade de la vinification pourrait potentiellement éliminer une large proportion de cette « réserve ». Les composés responsables des arômes *réduits* se trouvent probablement dans des équilibres complexes. Il est donc possible qu'au cours du temps la concentration des composés aromatiques actifs dépasse à nouveau le seuil de perception sensorielle. Par conséquent, ajouter du cuivre en petite quantité peut se révéler nécessaire lors de la maturation du vin pour, à nouveau, faire redescendre la concentration de ces composés en dessous du seuil de perception sensorielle. Au moment de l'embouteillage, l'objectif est de veiller à ce que la concentration de ces composés est suffisamment faible pour qu'en cas de nouveaux changements dans l'équilibre, la concentration ne dépasse pas à nouveau le seuil de perception sensorielle une fois le vin mis en bouteille. A l'inverse, procéder à un collage au cuivre peu de temps avant l'embouteillage n'est pas idéal, et particulièrement si l'on ne réussit qu'à éliminer temporairement les caractères *réduits* et si des collages répétés augmentent la concentration en cuivre dans le vin, accroissant ainsi le risque d'instabilité du cuivre par la suite aussi. Il faut également souligner qu'avec le Sauvignon blanc, le Chardonnay et d'autres cépages, les composés contenant des formes chimiquement réduites de soufre jouent un rôle important pour l'expression variétale. Le moment d'ajout du cuivre et les quantités ajoutées doivent faire l'objet d'une attention particulière lorsque l'on travaille avec ces cépages et des essais de collage doivent être réalisés.

### **Le vin a-t-il besoin d'oxygène pour vieillir ou se développer ?**

Discuter des besoins en oxygène de certains vins pour éviter que la concentration des thiols dépasse le seuil de perception sensorielle nous amène à la question habituelle, de savoir si le vin a besoin d'oxygène pour *vieillir* ou se *développer*. Plus récemment, la question « *Est ce que le vin vieillit sous des capsules à vis ?* » est également devenue fréquente. Les auteurs, par expérience, savent que, la



plupart du temps, la véritable question qui est posée est en fait « *Est ce que le vin se développe de la même façon sous des capsules à vis que sous du liège ?* »

En ce qui concerne la première question, à savoir *est ce que le vin a besoin d'oxygène pour vieillir ou se développer ?* La réponse est probablement non, tel que cela a été démontré par le Chardonnay placé dans les ampoules en verre et stocké dans un environnement anaérobique, qui affichait des caractéristiques sensorielles typiques d'un vin de Chardonnay vieilli pendant quatre ans. Cela confirme les découvertes de Jean Ribéreau-Gayon dans les études qu'il a menées dans les années 30, et qui ont été rapportées par Ribéreau-Gayon et al. (1976). Cependant, bien que cette question soit toujours d'intérêt d'un point de vue scientifique, elle a perdu de sa pertinence pour les situations commerciales actuelles, lorsque l'on sait que la pénétration de quantités contrôlées mais diverses d'oxygène affecte la façon dont le vin se développe dans la bouteille, c'est-à-dire que « des vins différents » peuvent être créés.

A présent, répondons à la seconde question, *est ce que le vin vieillit ou se développe différemment sous une capsule à vis ?* D'après leur expérience, les auteurs savent que la conclusion de la personne qui pose cette question est souvent que la façon dont les vins vieillissent sous bouchon en liège est optimale et qu'il s'agit là du point de repère à partir duquel le développement du vin avec d'autres types de bouchage doit être estimé. La réponse à cette question est que la compréhension des mécanismes du développement du vin post embouteillage devrait permettre aux producteurs de vin qui utilisent des bouchages à perméation d'oxygène faible de reproduire la façon avec laquelle les vins se développent avec les bouchons en liège les plus performants, et ce dans chaque bouteille. Il est clair que les vins peuvent se développer de façon très différente sous les capsules à vis en comparaison avec les autres types de bouchage, mais dans la plupart des cas, cela se fait de façon positive. Dans les essais bouchage de l'AWR et apparemment dans des essais conduits dans de nombreux pays par de nombreux producteurs de vin, le développement du vin sous capsule à vis est en train de devenir rapidement le point de repère à partir duquel la performance des autres types de bouchage doit être évaluée.

Lorsque le Sémillon utilisé lors du premier essai bouchage a été mis en bouteille sous 14 types de bouchage différents, ce sont 14 vins différents qui ont commencé à se créer. Ce phénomène a été observé dans tous les vins utilisés pour les essais de l'AWRI dont il est question dans cet article, la plus grosse différence ayant été relevée dans le Chardonnay fermé avec de capsules à vis, des bouchons en liège ou placé dans des ampoules en verre. Deux ans après la mise en bouteille ou en ampoule, certains dégustateurs ont même eu de la peine à croire qu'il s'agissait au départ d'un seul et même vin. Il faut noter ici une chose importante : les vins utilisés lors de divers essais ne se sont pas uniquement développés à des vitesses différentes sous les différents types de bouchage, mais également de façon différente. Au cours du premier essai bouchage, il est devenu rapidement clair que le vin fermé par divers types de bouchage produirait des vins différents en fin d'essai. Cela signifie que, si jamais cela était possible, et qu'on avait pu prendre une seule bouteille, la fermer avec chaque type de bouchage à différentes périodes, puis comparer les vins ensuite, il aurait été impossible de leur trouver à tous le même goût. La direction évidente que va prendre la technologie du bouchage et de la mise en bouteille sera de comprendre et de contrôler les facteurs qui font que le vin se développe mieux avec certains types de bouchage qu'avec d'autres.

### **Appauvrissement aromatique et gustatif**

La variation que l'on peut relever dans un vin fermé avec différents types de bouchage ou entre des bouteilles fermées avec le même type de bouchage est potentiellement causée par bien plus d'autres paramètres que le degré de perméation de l'oxygène seul. Un autre essai réalisé par l'AWRI et portant sur le 'dépouillement aromatique' démontre qu'en fonction du type de bouchage, certains composés ou groupes de composés liés chimiquement peuvent être éliminés, en plus ou moins grande quantité (Capone et al. 2003, publication de l'institut # 744). Dans l'essai qui nous intéresse, le vin de Sémillon et une sélection de bouchages issus de l'essai bouchage d'origine ont été utilisés. Des composés gustatifs ont été ajoutés au vin avant la mise en bouteille. Les résultats ont montré que, généralement, les bouchons synthétiques appauvrissent le vin de certains composés dans une plus grande proportion que les bouchons en liège. Ces derniers appauvrissent certains composés de

parfois jusqu'à 50%. A l'inverse, les capsules à vis n'ont éliminé aucun des composés étudiés. Ainsi, la façon dont le vin se développe dans la bouteille et donc son profil gustatif lorsque la bouteille est ouverte, peuvent être profondément affectés par le degré de l'appauvrissement qui a eu lieu dans la bouteille.

Cependant, cet appauvrissement peut ne pas être négatif dans tous les cas, et à l'avenir, il sera peut-être perçu comme un nouvel outil à la disposition des producteurs de vin pour modifier le développement du vin dans la bouteille d'une façon contrôlée et reproductible. La Figure 9 démontre que divers types de bouchage peuvent être responsables, à des degrés divers, de l'appauvrissement du composé triméthylidihydronaphtalène (TDN). Le TDN est le composé principalement responsable d'un caractère souvent décrit comme étant de type hydrocarbure dans de vieux vins blancs, et particulièrement dans ceux produits à partir des cépages Riesling et Sémillon. A certaines concentrations, le TDN est parfois considéré comme un attribut positif dans les vieux vins blancs, mais deviendra négatif à des concentrations élevées.

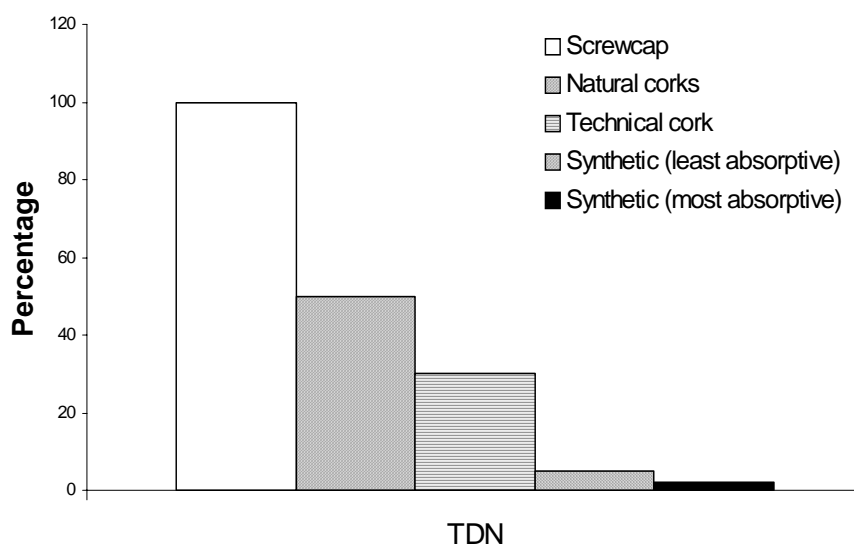


Figure 9. TDN restant (%) après deux ans de stockage en position horizontale

Tel que démontré dans la Figure 9, tous les types de bouchage, à l'exception de la capsule, ont éliminé des degrés divers de TDN : 50% environ pour le bouchon en liège et 98% environ pour le bouchon synthétique le plus adsorbant. Il est ainsi possible que les vins fermés avec des capsules à vis puissent développer une concentration de TDN élevée et non souhaitée après quelques temps passés en bouteille. Cependant, si des quantités contrôlées de polymères similaires à ceux que l'on trouve dans les bouchons synthétiques les plus adsorbants pouvaient être incorporés dans le revêtement des capsules à vis, afin de supprimer, de façon la plus sélective possible, certains composés tels que le TDN dans le vin, alors les producteurs de vin pourraient potentiellement être capables de contrôler le développement de ce caractère dans les vins de garde. Ainsi, des bouchages que l'on pourrait désigner par le terme de « bouchages sur mesure », fabriqués spécifiquement pour assurer le développement de certains types de vins pourraient bien être disponibles un jour.

## Conclusion

Le fait de reconnaître que l'on commence à créer des vins différents à partir du moment où le vin est mis dans des bouteilles fermées avec différents types de bouchage est l'un des résultats les plus importants des divers essais bouchage menés par l'AWRI, parce les implications de cette proposition ouvrent toutes sortes de perspectives excitantes pour le futur sur le bouchage des bouteilles de vins.



Dans le futur, le type de bouchage ainsi que de nombreuses autres variables de la mise en bouteille pourront être considérés comme faisant véritablement partie du processus de vinification, car les modifications aromatiques et gustatives du vin qui pourront être attribuées à ces variables sont profondes. Leur importance peut apparemment même être supérieure à celle des variables du vignoble ou de la vinification. Comprendre totalement les mécanismes qui entraînent des modifications dans le vin par les types de bouchages et par d'autres variables permettra aux producteurs de vin de pouvoir contrôler de telles modifications, et ce pour leur propre bénéfice mais également pour celui du consommateur.

La première étape, déjà proche de la réalité commerciale avec les capsules à vis et certains bouchons technologiques, est la disponibilité de bouchons de marques offrant le choix sur la perméabilité à l'oxygène. Les capsules à vis qui sont actuellement proposées par divers fournisseurs offrent des perméabilités à l'oxygène variables. Etant donné que l'on commence à réaliser de plus en plus es changements pouvant être induits dans le vin en bouteille lorsque l'on permet une perméation de taux d'oxygène bas et contrôlés, l'application de cette technologie pourrait bien être aussi rapide que la consommation des bouchages alternatifs eux-mêmes.

Le type de bouchage utilisé et la perméabilité à l'oxygène sont deux variables, qui semblent avoir à elles deux seulement un impact important sur le développement du vin en bouteille. Etant donné que d'autres variables sont à l'étude, la science et la technologie de la mise en bouteille du vin vont inévitablement devenir plus complexes et mener à des spécifications toujours plus pointues pour les types de bouchage, les procédures de mise en bouteille, voire les bouteilles elles-mêmes. Cette situation peut mettre certains producteurs de vin face à des défis plus importants que ceux auxquels ils sont confrontés en utilisant des bouchons traditionnels et ces producteurs doivent donc avoir une approche prudente dans l'adoption de toute nouvelle technologie et mener leurs propres essais.

L'utilisation des capsules à vis en Australie, Nouvelle Zélande et dans d'autres régions du monde ainsi que la recherche qui a soutenu leur développement, ont ouvert la voie vers la compréhension des changements qui se déroulent dans le vin après mise en bouteille. Certaines variables importantes commencent à être expliquées et cela devrait s'accélérer. Les producteurs de vin ont d'ores et déjà défini les conditions d'embouteillage de différents vins, afin que ces vins soient présentés au consommateur dans la meilleure condition possible. L'avantage potentiel sur le marché gagné grâce à la compréhension des producteurs de telles technologies et à leur application correcte, ne peut pas être négligé.

### **Remerciements**

*Les auteurs remercient le personnel de l'AWRI impliqué dans les projets de recherche dont il est question dans cet article, le Service Analytique de l'AWRI pour avoir mené la plupart des analyses chimiques ainsi que les membres des panels de dégustation, dont a fait partie M. Patrick Iland. Les auteurs remercient également les membres du Industry Working Group (groupe de travail industriel) qui ont participé à la mise en place et mise en œuvre de l'essai bouchage d'origine : M. Blair Duncan, M. Martin Caloghiris, M. Greg Gallagher, M. Malcolm Gennoe, M. Geoff Linton and M. Paul Tyson. ACI Glass, Visiboard et Vinpac sont également remerciés pour l'aide qu'ils ont apportée au niveau du matériel, de la logistique et de la mise en bouteille ainsi que toutes les autres personnes et entreprises qui nous aidés pour les diverses études menées. Ce travail a été soutenu financièrement par les œnologues et producteurs de raisin australiens à travers l'organisme d'investissements du Grape and Wine Research and Development Corporation (groupement pour la recherche et développement sur le raisin et le vin) et grâce aux financements du Gouvernement australien.*

### **Bibliographie**

Capone, D.L., Skouroumounis, G.K., Pretorius, I.S. and Høj, P.B. (2003) Flavour 'scalping' by wine bottle closures. *Australian and New Zealand Wine Industry Journal* 18 (5); 16–20.

Eric, B., Leyland, D.A. and Rankine, B.C. (1976) 'Stelvin' - Evaluation of a new closure for table wines. *The Australian Grapegrower and Winemaker* 148; 56-59.

Godden, P.W., Francis, I.L., Field, J., Gishen, M., Coulter, A.D., Valente, P., Høj, P.B. and Robinson, E.M.C. (2001) Wine bottle closures: physical characteristics and effect on composition and sensory properties of a Semillon wine 1. Performance up to 20 months post bottling. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 7; 62-105.

Godden, P.W., Francis, I.L., Lattey, K.A., Eichinger, P.C.H. and Buick, D.R. (2004) Results obtained from the testing of 'reference closures' included in the AWRI's 'commercial closure trial'. *AWRI Technical Review* 151; 24-26, 63-71.

Rankine, B.C., Leyland, D.A., and Strain, J.J.G. (1980) Further studies on Stelvin and related wine bottle closures. *The Australian Grapegrower & Winemaker* 196; 72, 74, 76.

Ribéreau-Gayon, J., Peynaud, E., Ribéreau-Gayon, P. and Sauraud, P. (1976) *Traité d'oenologie, Sciences et techniques du vin, volume 3, Vinifications, Transformations du vin*. Bordas, Paris.

Skouroumounis, G.K., Kwiatkowski, M., Sefton, M.A., Gawel, R. and Waters, E.J. (2003) In situ measurement of white wine absorbance in clear and in coloured bottles using a modified spectrophotometer. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 9; 138-147.

Winemakers Federation of Australia (1996) *Strategy 2025*.

### **Autres publications présentant les résultats de l'essai bouchage de l'AWRI.**

Godden, P.W.; Francis, I.L.; Field, J.B.F.; Gishen, M.; Coulter, A.D.; Valente, P.; Høj, P.B.; Robinson, E.M.C. (2001) An evaluation of the technical performance of wine bottle closures. Eds: Blair, R.J.; Williams, P.; Høj, P.B. 2002 *Proceedings of the eleventh Australian wine industry technical conference*; 7-11 October 2001; Adelaide, SA. 44-52. Institute publication # 696.

Godden, P.W.; Francis, I.L.; Field, J.; Gishen, M.; Coulter, A.D.; Valente, P.; Høj, P.B.; Robinson, E.M.C. (2001) Results of an AWRI trial investigating the technical performance of various types of wine closure. I. Physical measurements up to 20 months post-bottling. *Australian Grapegrower & Winemaker* 451; 67-70, 75-77. Institute publication # 675.

Godden, P.W.; Francis, I.L.; Field, J.; Gishen, M.; Coulter, A.D.; Valente, P.; Høj, P.B.; Robinson, E.M.C. (2001) Results of an AWRI trial investigating the technical performance of various types of wine closure. II. Wine composition up to 20 months post-bottling. *Australian Grapegrower & Winemaker* 452; 89-91, 93-98. Institute publication # 671.

Godden, P.W.; Francis, I. L.; Field, J.; Gishen, M.; Coulter, A.D.; Valente, P.; Høj, P.B.; Robinson, E.M.C. (2001) Results of an AWRI trial investigating the technical performance of various types of wine closure. III. Wine sensory properties up to 20 months post-bottling. *Australian Grapegrower & Winemaker* 453; 103-110. Institute publication # 676

Godden, P.W.; Francis, I. L.; Field, J.; Gishen, M.; Coulter, A. D.; Valente, P.; Høj, P.B Robinson, E. M. C.. (2001) Wine bottle closures: sensory properties of a Semillon wine. Performance up to 20 months post-bottling. *Australian & New Zealand Wine Industry Journal* 16; 93-112. Institute publication # 677.

Godden, P. (2001) Update on the Institute trial of the technical performance of various types of wine bottle closure. *AWRI Technical Review* 133, 1-3.

Godden, P.W.; Francis, I.L.; Field, J.; Gishen, M.; Coulter, A.D., Valente, P.; Lattey, K.; Høj, P.B.; Robinson, E.M.C. (2002) Closures – results from the AWRI trial three years post bottling, *Proceedings of the New Zealand Winegrowers Romeo Bragato Conference, Christchurch 12 – 14 September, 2002*.

Godden, P.W. (2002) Update on the AWRI trial of the technical performance of various types of wine bottle closure. *AWRI Technical Review* 137; 7-10.

Godden, P.W. (2002) Update on the AWRI trial of the technical performance of various types of wine bottle closure. *AWRI Technical Review* 139; 6-10.

Francis, I.L.; Field, J.; Gishen, M.; Coulter, A.D.; Valente, P.; Lattey, K.A.; Høj, P.B.; Robinson, E.M.C.; Godden, P.W. (2003) *The AWRI closure trial: sensory evaluation data 36 months after bottling*. *Australian and New Zealand Grapegrower Winemaker* 475; 59–60, 62–64. Institute publication # 735.

Anon (2003) *AWRI Annual Report*, 41-43.

<http://www.awri.com.au/infoservice/publications/Publication%20PDFs/2003%20AWRI%20Annual%20Report.pdf>