



"L'innovation au service de la viticulture"

Limiter l'utilisation du SO₂ tout en préservant la qualité du vin

Emmanuel VINSONNEAU, IFV Pôle Bordeaux Aquitaine
emmanuel.vinsonneau@vignevin.com – 05 56 16 14 08

Stéphanie CESTARET, IFV Pôle Bordeaux Aquitaine

Frédéric Charrier, IFV Pôle Val de Loire



Le SO₂ : un intrant œnologique difficile à remplacer

L'anhydride sulfureux (SO₂) est l'un des additifs les plus anciens utilisés en œnologie. Du fait de son large spectre d'action (antioxydant, antioxydasique, antiseptique), il reste un outil précieux du vinificateur. Il contribue à la bonne maîtrise des processus d'élaboration et de conservation des vins de qualité que nous connaissons et apprécions aujourd'hui. C'est un composé chimique exogène qui peut avoir cependant des effets négatifs sur la santé de certains consommateurs. On le rencontre sous différentes formes dans les vins, le SO₂ actif ou moléculaire (antiseptique), le SO₂ libre (antioxydant) et le SO₂ combiné à certains composés du vin (composés cétoniques, sucres...), ce dernier n'a pas d'activité spécifique. La somme de ces trois formes représente le SO₂ total contenu dans le vin. Seule la teneur en SO₂ total est encadrée par la réglementation.

Au cours du précédent siècle, l'évolution de la réglementation et des pratiques œnologiques s'est traduite par une importante réduction des teneurs en sulfites dans les vins à la consommation. Plus récemment (août 2009), ces limites ont été à nouveau abaissées de 10 mg/L. La nouvelle réglementation pour les vins biologiques intègre une nouvelle baisse de ces teneurs. Pour autant, pour des raisons d'hygiène alimentaire et sur les recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (dose journalière admissible de sulfites : 0.7 mg/kg de poids corporel), réduire les ajouts et les teneurs finales en sulfites dans les vins reste un impératif.

Cette problématique n'est pas nouvelle mais reste actuellement plus que jamais, au cœur des préoccupations techniques. A ce jour, aucun procédé, aucune substance n'est en mesure de remplacer totalement l'emploi de SO₂ compte tenu de son large spectre d'action (antioxydant, antioxydasique, antiseptique,...), de sa facilité d'utilisation (soufre combustible, solutions aqueuses, gaz liquéfié, comprimés effervescents, poudre) et de son faible coût.

Dans ce contexte, depuis de nombreuses années, l'ensemble de la filière vinicole travaille à la recherche de solutions alternatives à l'utilisation des sulfites. Aussi, de nombreux travaux ont été réalisés sur des voies chimiques, biologiques ou physiques.

L'IFV, a plus particulièrement étudié les possibilités de raisonner l'utilisation du SO₂ et les alternatives dans le cadre de l'élaboration des vins moelleux et liquoreux (Programme AQS mutage 1999-2003) ainsi que dans le cadre de l'élaboration des vins bio (Programme Orwine 2006-2009).

Peu de références existent sur l'intégration de l'ensemble de ces pratiques au sein d'un même processus pour réduire la teneur finale en sulfites d'un vin. L'utilité d'une telle démarche a pour autant été clairement démontrée dans le cas spécifique des vins blancs à sucres résiduels (Poupault et al, 2005).

Par ailleurs, les démarches expérimentales se sont toujours inscrites dans la voie de l'optimisation et non de la suppression de l'emploi de sulfites. Ainsi, l'option d'une production de vins sans ajout ou avec peu de sulfites a toujours été considérée comme irréaliste, sous peine de modifier

substantiellement les caractéristiques sensorielles des vins. Dans le contexte de production actuel, aucune quantification précise des pertes qualitatives occasionnées sur les vins par l'absence de sulfites n'est disponible (exemple : quantité d'arômes).

Une nouvelle approche dans la cadre d'un groupe de travail national FranceAgrimer, sur la réduction de l'utilisation des sulfites

Depuis 2009, dans le cadre d'un programme national financé par France Agrimer coordonné par l'IFV (F.Charrier)et regroupant plusieurs partenaires techniques (Pôles IFV 21,33,34,49 ,68,69,81),INRA, Inter Rhône, ICV, CIVC, Centre du Rosé ,CIVRB),la possibilité de réduire les teneurs en sulfites est de nouveau abordée dans plusieurs régions et sur différents types de produits :vins blancs ,rosés, rouges effervescents(matrice très variée de vins).

Ce projet vise à franchir une nouvelle étape dans la réduction des sulfites contenus dans les vins, en situant le champ de l'investigation entre la voie de l'optimisation et celle de la suppression de l'emploi de sulfites. Pour cela, toutes les alternatives éprouvées et envisagées sont combinées de manière à préciser les limites d'une restriction sévère de l'emploi de sulfites en oenologie.

Bien évidemment, les difficultés sont plus ou moins insolubles selon les types de vins. Pour autant, cette stratégie novatrice apparait désormais la seule susceptible de produire les éléments factuels indispensables à la filière pour anticiper une modification à terme de la réglementation. Ceci est particulièrement attendu dans le cas des vins issus de l'agriculture biologique.

Les objectifs du programme sont donc les suivants :

- Tester des itinéraires de production limitant de manière drastique l'emploi de sulfites,
 - Produire des vins dont la teneur finale en sulfites est très faible, et tout au moins inférieure à 100 mg/l,
 - Etudier des alternatives aux sulfites, en particulier quantifier l'efficacité antioxydante d'un ajout de glutathion au vin au moment du conditionnement
- Chacun de ces objectifs fait l'objet d'un volet d'étude spécifique

Construire un itinéraire combinant réduction d'emploi du SO₂ et alternatives

La réduction des sulfites est abordée via la comparaison d'itinéraires globaux d'élaboration. Ces derniers combinent les alternatives aux sulfites éprouvées et autorisées par la réglementation vinicole de manière à préciser les limites d'une restriction sévère de l'emploi de sulfites en oenologie. Les itinéraires sont construits pour chaque catégorie de vins : blancs, rouges, rosés et effervescents. Ils sont sensiblement adaptés selon les produits, en fonction des savoir-faire propres à chaque région.

Les modifications par rapport aux pratiques usuelles ne sont en aucun cas utopiques comparativement à l'emploi de sulfites (coût, faisabilité en cave). Le caractère durable de l'itinéraire, sur les plans économiques et environnementaux, est un critère déterminant d'appréciation et de mise en œuvre. Au final, plus qu'un schéma de vinification, c'est l'objectif global de chacun des itinéraires qui est commun à tous les essais.

3 itinéraires sont ainsi définis en fonction de leur objectif :

- **Itinéraire I1** : « référence, objectif « optimisation et sécurité »

Il intègre les bonnes pratiques d'emploi du SO₂ dans la région ou la production considérée. Le niveau final en sulfites totaux dans les vins correspond à celui observé dans le cadre des suivis interprofessionnels type SAQ ou des vins d'essais des différents centres de recherche/expérimentation.

- **Itinéraire I2** : objectif « réduction de la teneur finale en sulfites de 50% par rapport à la référence »

Cet itinéraire doit être transférable à court terme auprès des praticiens et être conçu dans les limites précédemment décrites concernant les méthodes alternatives. La préservation des grands équilibres sensoriels actuels est un impératif. C'est sur cet itinéraire que la faisabilité d'une réduction de l'emploi de sulfites sera in fine appréciée.

- **Itinéraire I3** : objectif « teneur finale en sulfites inférieure à 10 mg/L » (limite pour exemption d'étiquetage)

L'objectif fixe une teneur finale minimale en sulfites et non une absence de sulfite ajouté. Il ne s'agit pas de transposer les itinéraires I1 ou I2 en supprimant les ajouts de sulfites, mais plutôt d'imaginer un schéma d'élaboration global différent susceptible d'être adapté autant que possible à l'absence de sulfite. Une évolution du profil organoleptique des vins est attendue et acceptée (mais pas de défaut caractérisé). Cet itinéraire I3 constituera un point « 0 » et permettra en quelque sorte de borner l'expérimentation. Le cas échéant, il démontrera par l'absurde la non viabilité d'une œnologie sans sulfite (en termes de qualité finale du vin, de coût de production ou d'impact environnemental).

Les **Tableaux 1 et 2** récapitulent, pour chaque type de vins, les options techniques et les stratégies de sulfitages retenues pour les itinéraires I2 et I3 comparativement à la référence I1.

Les indicateurs permettant de juger de l'efficacité des itinéraires comparés, sont analytiques (paramètres physico-chimiques classiques et composés aromatiques connus pour être caractéristiques de tels ou tels vins), microbiologiques et bien évidemment sensoriels.

Au cours des trois premières campagnes d'essais (2009, 2010 et 2011), sont dénombrés 15 essais en vins blancs (Chardonnay, Sauvignon, Riesling, Melon B., Gewurztraminer), 5 en vins rosés (Grenache, Cinsault, Syrah), 16 en vins rouges (Grenache, Syrah, Cabernet, Pinot noir, Gamay, Merlot) et 6 en vins effervescents (Chardonnay, Pinot noir et Pinot meunier).

Les essais sont conduits à l'échelle pilote, certaines étapes pouvant par contre être conduites à une plus grande échelle. En Aquitaine, les essais menés au sein du Vinopôle sont réalisés sur vin rouge en AOP Bordeaux.

L'objectif de produire des vins contenant 50 à 100 mg/L de sulfites totaux est un objectif plausible

Dans les conditions expérimentales mises en œuvre, sans doute plus favorables que celles rencontrées en situation pratique, l'objectif -50% de sulfites dans les vins (I2) a été atteint ou approché dans la majorité des essais : au final, la quantité de sulfites totaux oscille entre 60-80 mg/L pour les vins blancs et rosés, est voisine de 50 mg/L pour les vins rouges et effervescents, ce qui équivaut environ au tiers des limites maximales autorisées par la réglementation.

Les conséquences analytiques sont modestes. Les composés aromatiques dosés sont peu affectés, à l'exception des thiols variétaux. Ces derniers sont significativement moindres dans les vins potentiellement riches en ces composés (Sauvignon, Grenache rosé). Au niveau microbiologique, les populations de microorganismes sont généralement équivalentes à la référence. Sur le plan sensoriel, les différences notées sont acceptables, tout au moins en vin jeune. Les caractéristiques aromatiques sont parfois affectées (moindre intensité aromatique, profil « plus oxydatif » ou moins « réduit »), mais le profil organoleptique demeure dans l'espace sensoriel convenu. Des marges de progrès techniques au sein des itinéraires existent pour limiter ces conséquences négatives. Par contre, et même si beaucoup de vins sont consommés dans l'année suivant leur conditionnement, la question de l'évolution et de la tenue de ces vins au cours de leur conservation en bouteilles se pose. Des observations mettent en évidence une moins bonne tenue de ces vins dans le temps.

L'absence ou quasi-absence d'emploi de sulfites(13) a permis de produire des vins dont les caractéristiques analytiques demeurent dans les normes marchandes. Pour autant, différents paramètres évoluent : couleur des vins blancs et rosés plus intense avec un accroissement des nuances jaunes, acidité volatile généralement plus élevée, baisse de l'acidité des vins blancs du fait de la réalisation de la fermentation malolactique (voulue ou pas), teneurs moindres en polyphénols totaux et anthocyanes dans les vins rouges (-15 à 20 % sur vin de merlot par exemple) . Les vins sont quasiment dépourvus de thiols variétaux mais sont plus riches en β -damascénone libre (impact variable selon l'importance de ces composés dans l'expression aromatique habituelle de chaque type de vin). Sur le plan microbiologique, les populations de microorganismes dénombrés sont plus conséquentes à tous les stades. Une filtration finale soignée permet certes normalement de les éliminer au conditionnement, mais elles représentent incontestablement un risque durant l'élevage (fermentation malolactique sur vin blanc difficilement évitable, présence possible de *Brettanomyces* sur vin rouge). Mais le principal problème d'une absence de sulfitage, majeur et souvent rédhibitoire, concerne, comme attendu, les modifications des profils sensoriels des vins ainsi élaborés. Bien que ceux-ci n'affichent pas de fortes différences analytiques, des écarts significatifs sont perçus sur le plan organoleptique. Un défaut d'oxydation est systématiquement décelé dans le cas des vins blancs et rosés, très fréquemment relevé dans celui des vins rouges (excepté Gamay). Ceci impacte très fortement le profil sensoriel du vin, avec disparition des arômes fruités au profit d'autres jugés négatifs (fruits évolués, éventé, acescence) : dans le cas le plus favorable, le vin est jugé « moins net ». Un sulfitage même modeste (10 à 30 mg/L) au moment du conditionnement est une alternative susceptible de remédier partiellement (transitoirement ?) à certains de ces inconvénients. Tout ceci confirme, qu'en l'état actuel des connaissances et des moyens techniques disponibles pour produire du vin, et sauf à accepter une remise en cause de l'originalité sensorielle convenue des divers produits, ne pas sulfiter durant l'itinéraire d'élaboration d'un vin reste une pratique hasardeuse et non recommandable (ce qui n'exclut pas des initiatives individuelles sur des marchés bien spécifiques dits « de niche »).

En exemple, les résultats d'un essai réalisé sur vin rouge de merlot AOP Bordeaux 2009.

En Aquitaine, les essais sont réalisés par l'IFV Pôle Bordeaux Aquitaine au sein du Vinopôle sur vin rouge, cépage merlot en AOP Bordeaux. Dans le **tableau 3** sont décrits pour exemple, les trois itinéraires comparés en 2009 et les différentes alternatives combinées au sein de ces dernières. La vendange utilisée dans cet essai est de bon potentiel et de bon état sanitaire, récoltée à maturité technologique et en début de maturité phénolique.

Tableau 3 : Principales variantes mises en œuvre dans les itinéraires- Essais vin rouge réduction des sulfites 2009- IFV Pôle Bordeaux Aquitaine.

	Encuvage	Fin FML	Elevage	Conditionnement
Itinéraire I1	SO ₂ 5g/HL + inertage	SO ₂ 5g/HL	SO ₂ Libre 28 mg/L SO ₂ Actif 0.6 mg/L	SO ₂ Libre 28 mg/L SO ₂ Total 58 mg/L + filtration frontale 3+1µm
Itinéraire I2	SO ₂ 2.5g/HL + inertage	SO ₂ 3g/HL	SO ₂ Libre 14 mg/L SO ₂ Actif 0.3 mg/L Inertage et FP début élevage	SO ₂ Libre 14 mg/L SO ₂ Total 28 mg/L +inertage filtration (MFT) et mise
Itinéraire I3	SO ₂ 0g/HL + inertage et levurage précocose+ hygiène soutenue	SO ₂ 0g/HL+ inertage + hygiène soutenue	SO ₂ Libre 0 mg/L Inertage et FP début élevage +Hygiène soutenue	SO ₂ Total 0-10 mg/L +inertage filtration (MFT) et mise + Hygiène soutenue

Les résultats obtenus (cf **tableau 4**) montrent que du point de vue analytique les vins restent marchands .Le niveau d'acidité volatile reste correct et homogène entre les lots Des différences sensibles sont observées au niveau de la composition polyphénolique des vins I2 et I3, ces vins sont moins riches en composés phénoliques. Ces résultats se confirment après deux ans de conservation en bouteilles (cf **tableau 5**).

Tableau 4 : Composition analytique des vins à la mise en bouteille – Essais vin rouge réduction des sulfites 2009 IFV Pôle Bordeaux Aquitaine.

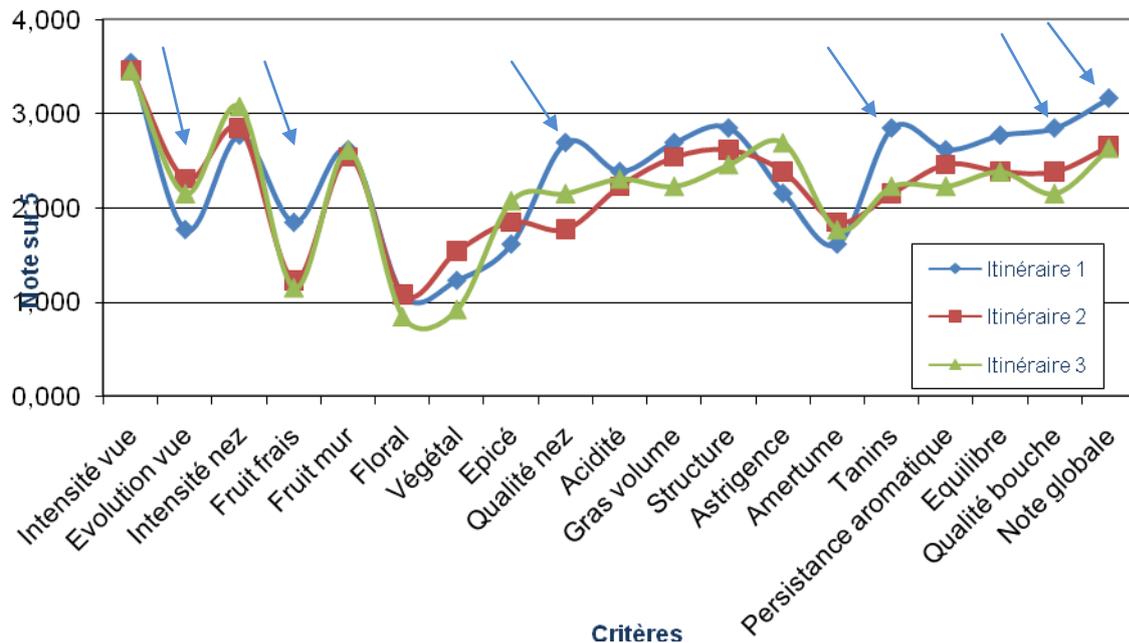
	Itinéraire 1	Itinéraire 2	Itinéraire 3
AV g/L H ₂ SO ₄	0.25	0.26	0.25
SO ₂ libre mg/L	28	14	0
SO ₂ Total mg/L	58	28	4
IPT	60	56	52
ICM sous 1 cm (corrigée SO ₂)	14.5	14.7	13.3
Anthocyanes mg/L	549	470	394

Tableau 5 : Composition analytique des vins après 2 ans de mise en bouteille – Essais vin rouge réduction des sulfites 2009 IFV Pôle Bordeaux Aquitaine.

	Itinéraire 1	Itinéraire 2	Itinéraire 3
AV g/L H ₂ SO ₄	0.27	0.26	0.25
IPT	62	59	55
ICM sous 1 cm (corrigée SO ₂)	11.6	12.0	11.3
Anthocyanes mg/L	142	138	134

Au niveau sensoriel des écarts significatifs apparaissent lors de ce essai à partir de deux ans de conservation en bouteille (cf **graphique 1**), à ce stade les vins des itinéraires I2 et I3 sont moins bien notés au niveau olfactif et gustatif.

Graphique 1 : Profils organoleptiques - Essais vins réductions des sulfites merlot 2009



Perspectives : poursuivre la recherche d'alternatives ou d'itinéraires économes en sulfites

Réduire les quantités de sulfites contenues dans les vins à la consommation via une modification de l'itinéraire d'élaboration paraît être une stratégie opportune, assez facilement transposable en cave et adaptable aux différents contextes. Ceci est particulièrement utile dans le cas des vins issus de l'agriculture biologique soumis à une nouvelle réglementation.

Les difficultés pour réduire fortement les teneurs en sulfites sont plus ou moins insolubles selon les types de vins, l'effet matrice restant très important (millésime, cépage, équilibre physico-chimique, ...).

Pour l'avenir, plusieurs principes se dégagent pour poursuivre dans cette indispensable recherche d'une moindre quantité de sulfites dans les vins :

- utiliser plus que jamais avec parcimonie le SO₂, en adoptant la dose limite compatible avec le style de vin, le cépage, l'état sanitaire du raisin, les conditions climatiques...
- maîtriser les process d'élaboration, la maîtrise des fermentations et des transferts d'oxygène (en particulier au moment et après conditionnement) constituant deux points critiques.
- poursuivre la recherche d'alternatives nouvelles acceptables sur le plan environnemental et sanitaire (nouveaux intrants biosourcés).
- probablement repenser les conditions de transport et de conservation des vins conditionnés.

Tout ceci devrait permettre de concilier contraintes de production, préservation de l'originalité sensorielle des différents vins et satisfaction du consommateur.

Tableau 1 : Principales variantes ou options mises en oeuvre dans les itinéraires I2 et I3 comparativement à la référence I1

Expérimentations IFV, Centre du Vin rosé, InterRhône, ICV et CIVC

	I2	I3
Vins blancs	inertage (pressurage) température soutirages / aération élevage sur lies	inertage (pressurage) température soutirages / aération élevage sur lies lysosyme copeaux fermentation malo-lactique
Vins rosés	inertage durée macération acide ascorbique température conservation élevage sur lies chitosane	inertage durée macération acide ascorbique température conservation élevage sur lies chitosane fermentation malo-lactique filtration tangentielle
Vins rouges	inertage soutirages / aération flash pasteurisation filtration tangentielle	inertage soutirages / aération flash pasteurisation filtration tangentielle chitosane lysosyme acidification co-inoculation collage filtration finale
Vins effervescents	sulfitage différé moût	/

Tableau 2 : Stratégies de sulfitage retenues pour les itinéraires I2 et I3 comparativement à la référence I1

Expérimentations IFV, Centre du Vin rosé, InterRhône, ICV et CIVC

Type	Itinéraire	Pré-fermentaire	Fin FA ou FML	Elevage	Conditionnement
Vins blancs	I2	0 à 50%	30 à 50%	0 à 50%	niveaux sulfites libres ou totaux
	I3	0	0	0	0 ou 10 à 30 mg/L
Vins rosés	I2	30 à 50%	0 à 50%	50%, niveau sulfites libres	niveaux sulfites libres ou totaux
	I3	0 à 30%	0 à 10 mg/L	0	0 ou 10 mg/L
Vins rouges	I2	0 à 50%	50 à 100%	0 à 50% ou niveau sulfites libres	niveaux sulfites libres ou totaux
	I3	0	0	0	0 ou 10 à 30 mg/L
Vins effervescents	I2	50%	50%	/	/
	I3	0	0	/	/

Références Bibliographiques :

- Cottureau P., et al - *Choix de la souche de levure : conséquence sur la concentration finale en SO₂*. Congrès de l'OIV 2011- Porto
- Salmon JM., Cottureau P., Jonis M -*Programme européen ORWINE. Des pistes pour la réduction de l'utilisation des sulfites en vinification* Revue des Œnologues, Juillet 2009, N° 132. 2009
- Vinsonneau E – Poupault P– Benesteau F-*Vins blancs à sucres résiduels: maîtrise du mutage et gestion de l'anhydride sulfureux partie 2 réduction du SO₂ par des alternatives physiques ou chimiques – bilan sur les bonnes pratiques de mutage–* Revue des Œnologues N) 124 mai 2007 et RFOE n° 125
- Vinsonneau E, Desseigne JM, Anneraud M -*Technique physiques de stabilisation microbiologique et synthèse des résultats des essais de l'IFV 2002-2003 - Partie 1: Utilisation des techniques physiques lors du mutage des vins blancs moelleux et liquoreux. - Lettre Matévi n°34 – mai 2008 –*
- Cahier Itinéraires N°9 –IFV- *Le mutage des vins à sucre résiduels* -2005
- Cahier Itinéraires N°3 –IFV- *Maîtrise du sulfitage des moûts et des vins*-2002

Remerciements : Les travaux présentés ont bénéficié du soutien financier de France Agrimer

