



# *MATINEE TECHNIQUE*

Le SO<sub>2</sub> dans tous ses états !

Mars 2010



**BOURGOGNES**

*Bureau Interprofessionnel  
des Vins de Bourgogne*

## SOMMAIRE

<b>LE SO<sub>2</sub>, UN ADDITIF AUX MULTIPLES PROPRIETES, INDISPENSABLE EN OENOLOGIE .....</b>	<b>p 1</b>
REPLACER LE SO <sub>2</sub> , EST-CE POSSIBLE ? .....	p 2
LES SULFITES DANS LE TEMPS .....	p 2
ETATS CHIMIQUE DU SO <sub>2</sub> DANS LES MOÛTS ET LES VINS .....	p 3
• Combinaisons stables .....	p 3
• Effet de la dose de SO <sub>2</sub> sur moût .....	p 4
• Combinaisons instables .....	p 4
LIMITE SO <sub>2</sub> LIBRE / SO <sub>2</sub> COMBINE .....	p 5
SO <sub>2</sub> ACTIF OU MOLECULAIRE .....	p 6
EFFET ORGANOLEPTIQUE ET ANTISEPTIQUE DU SO <sub>2</sub> .....	p 7
EFFET ANTIOXYDANT DU SO <sub>2</sub> .....	p 8
EFFET ANTIOXYDASIQUE DU SO <sub>2</sub> .....	p 9
UTILISATION DU SO <sub>2</sub> : PROTEGER L'UTILISATEUR .....	p 10
UTILISATION DU SO <sub>2</sub> : PROTEGER LE CONSOMMATEUR .....	p 10
IMPACT DU MOMENT DE L'ENSEMENCEMENT BACTERIEN SUR LA DUREE DE LA FERMENTATION MALOLACTIQUE .....	p 12
<b>LE SO<sub>2</sub> : LES ASPECTS PRATIQUES .....</b>	<b>p 11</b>
FORMES DE SO <sub>2</sub> UTILISEES .....	p 12
QUAND ET COMBIEN DE SO <sub>2</sub> ? .....	p 13
COMMENT ? .....	p 14
PREPARATION A LA MISE EN BOUTEILLES.....	p 15
DOSES DE SO <sub>2</sub> A LA MISE EN BOUTEILLES .....	p 15
• Vins rouges .....	p 15
• Vins blancs .....	p 15
• Ne pas avoir peur d'un SO <sub>2</sub> élevé .....	p 16
• Combinaison du SO <sub>2</sub> .....	p 16

LE SO <sub>2</sub> TOTAL : LA QUESTION CRUCIALE .....	p 17
L'OXYGENE DISSOUS : UNE DONNEE A PRENDRE EN COMPTE.....	p 18
LE SO <sub>2</sub> COMBINE, ESSENTIEL POUR REUSSIR .....	p 18
• Vins blancs .....	p 18
• Vins rouges .....	p 19
• Evolution du SO <sub>2</sub> après mise sur Chardonnay .....	p 19
DIMINUER LE SO <sub>2</sub> DANS LES VINS BLANCS ? .....	p 19
ANNEXES.....	p 20

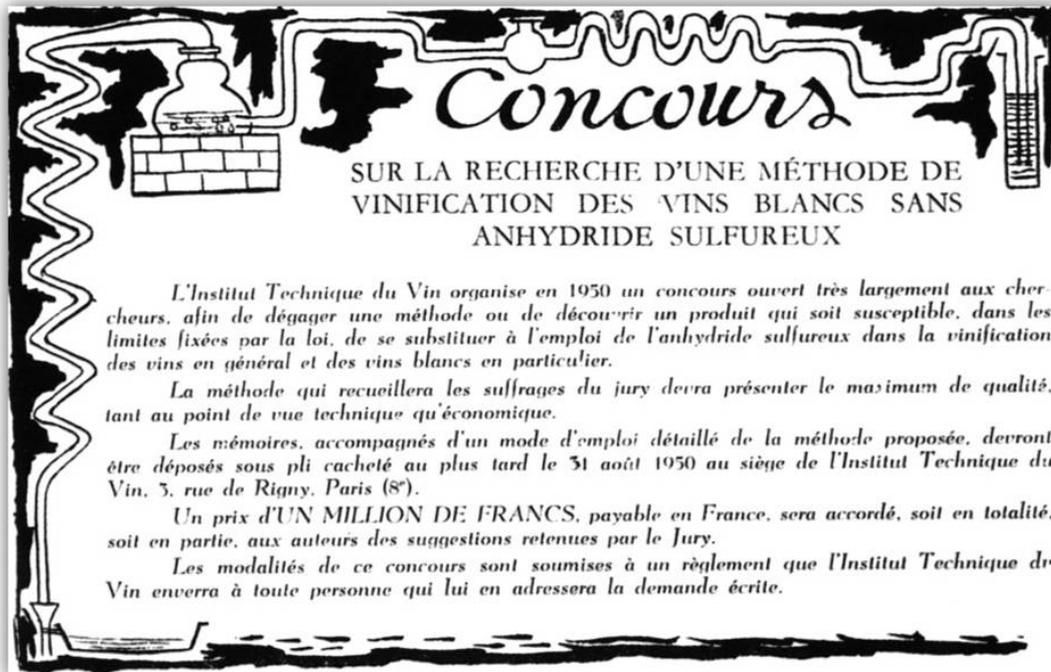
***LE SO<sub>2</sub>, UN ADDITIF AUX MULTIPLES  
PROPRIETES, INDISPENSABLE  
EN OENOLOGIE***

**Denis Caboulet**  
**Institut Français de la Vigne et du Vin – Pôle Rhône Méditerranée**  
**(Pech Rouge)**

## REEMPLACER LE SO<sub>2</sub>, EST-CE POSSIBLE ?

---

Le travail qui vise à réduire les doses de SO<sub>2</sub> ou à trouver une alternative au sulfitage n'est pas récent. Ainsi en 1950, l'ITV organisait un concours afin de trouver une méthode de vinification des vins blancs sans soufre et sans modifier la typicité des vins. Le prix était de 1 million de francs, à ce jour le concours n'a pas été gagné.....



## LES SULFITES DANS LE TEMPS

---

Les sulfites étaient connus des égyptiens pour blanchir et désinfecter les tissus (2000 ans avant Jésus-Christ).

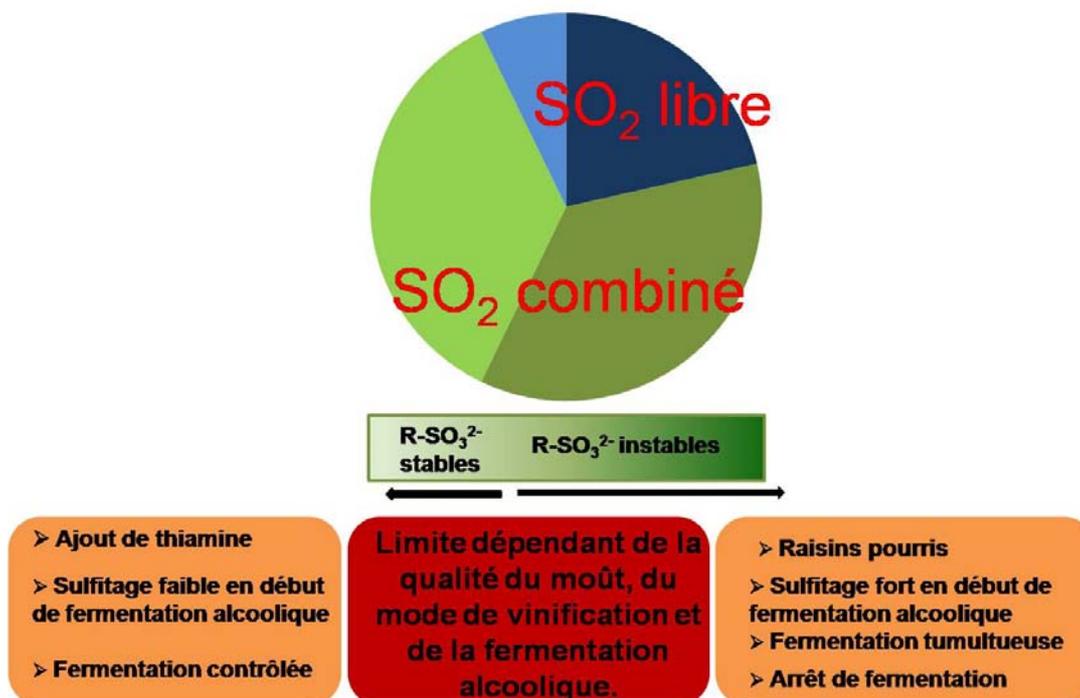
Les premières traces de l'utilisation du soufre en œnologie remontent à 1500.

Les premières limites légales sont apparues en 1895.

Les teneurs en SO<sub>2</sub> ont été divisées par 4 en 100 ans.

En 1977, les teneurs maximales en SO<sub>2</sub> total ont été fixées à 200 mg/l pour les vins rouges et à 250 mg/l pour les vins blancs. Elles ont évolué et la dernière révision date 2009. Elles sont aujourd'hui de 150 mg/l pour les vins rouges et 200 mg/l pour les vins blancs.

## ETATS CHIMIQUES DU SO<sub>2</sub> DANS LES MOÛTS ET LES VINS



Le SO<sub>2</sub> se trouve sous deux formes principales dans le vin : le SO<sub>2</sub> libre et le SO<sub>2</sub> combiné. Le SO<sub>2</sub> combiné est constitué de combinaisons stables et des combinaisons instables.

### Combinaisons stables :

Il est important de limiter la quantité de combinaisons stables de façon à avoir du SO<sub>2</sub> susceptible de se décomposer et remplacer le SO<sub>2</sub> libre consommé. L'équilibre entre les combinaisons stables et instables dépend de la qualité du moût, du mode de vinification et des conditions de la fermentation alcoolique.



Cet équilibre chimique dépend de la concentration en R (composé du vin capable de combiner le SO<sub>2</sub>), de la concentration en SO<sub>2</sub> et d'une constante de dissociation K<sub>d</sub>.

Les combinaisons stables sont également appelées : SO<sub>2</sub> bloqué, combinaisons définitives, SO<sub>2</sub> lest.

Les combinaisons stables se font avec l'éthanal : le taux de combinaison de cette réaction est de 97 à 99 %. La réaction est quasi-totale. L'éthanal est issu du métabolisme intermédiaire des levures. Il est formé en quantité importante si la fermentation alcoolique est languissante, s'il reste des sucres résiduels et lors d'arrêt de fermentation avec reprise ultérieure....

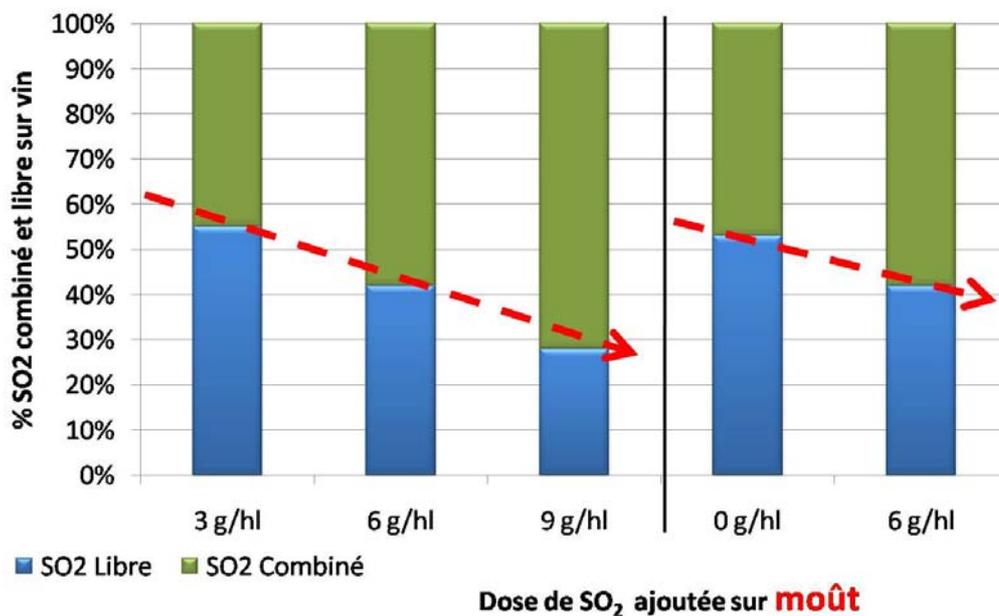
Ce type de combinaison se fait également avec les composés cétoniques. Leur teneur dans les vins est comprise entre 10 et 800 mg/l et le taux de combinaison est d'environ 60 à 70 % avec le SO<sub>2</sub>.

La quantité de composés cétoniques présente est fonction de la qualité sanitaire des raisins (*Botrytis*, pourriture acide), plus la vendange est altérée, plus il y aura de composés cétoniques et donc de combinaisons stables avec le SO<sub>2</sub>. Elle dépend également du déroulement de la fermentation alcoolique et plus particulièrement de la maîtrise des températures. Leur teneur est également liée à la présence de vitamine B1 dans les moûts (thiamine), et enfin à la dose initiale de SO<sub>2</sub> qui modifie le métabolisme des levures et la production de sous-produits comme l'éthanal.

### **Effet de la dose de SO<sub>2</sub> sur moût :**

La concentration en SO<sub>2</sub> libre et SO<sub>2</sub> combiné est mesurée sur deux vins dont les moûts ont été sulfités à différentes doses.

Le premier vin est un vin des Pays de la Loire, le second est un vin de Bourgogne.



Lorsque le moût est sulfité à une dose de 9 g/hl, la quantité de SO<sub>2</sub> libre est d'environ 25 à 28 % du SO<sub>2</sub> total, alors que pour un sulfitage du moût à 3 g/hl, la quantité de SO<sub>2</sub> libre est de près de 50 % du SO<sub>2</sub> total.

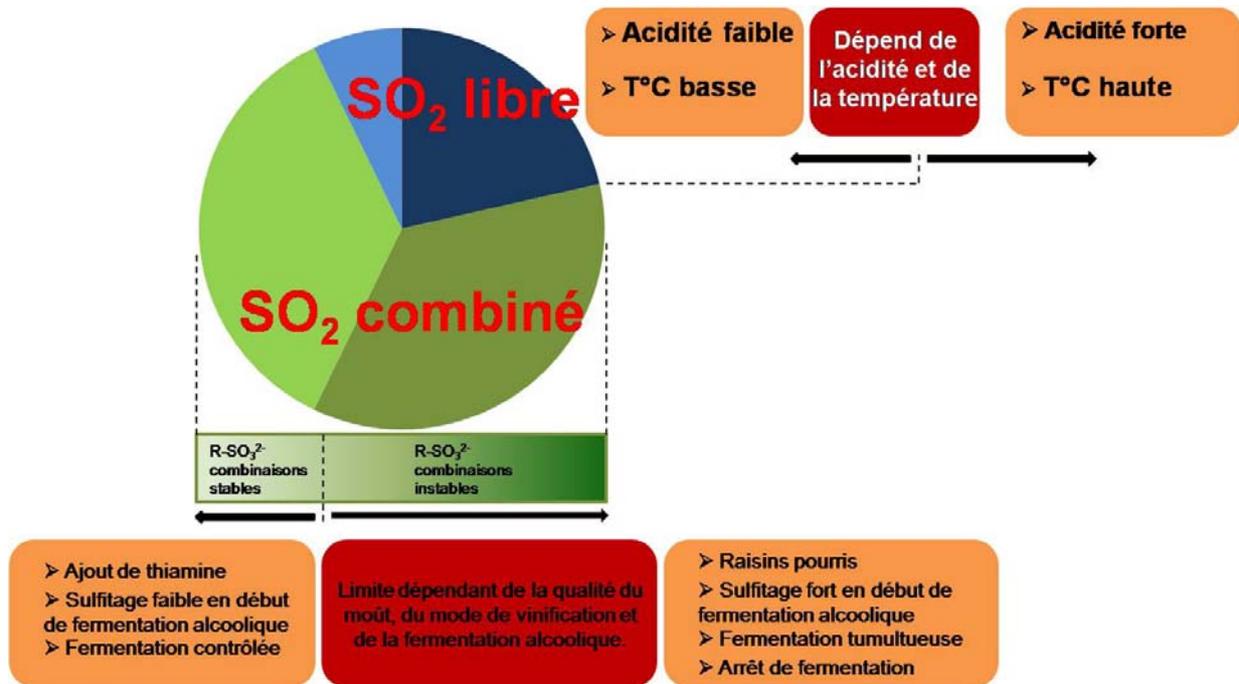
Il est nécessaire de sulfiter les moûts. Cependant il faut ajouter des doses raisonnables de SO<sub>2</sub>, de manière à maintenir une quantité de SO<sub>2</sub> libre suffisante pour une bonne protection des vins. Il faut rester en dessous de 6 g/hl dans la mesure du possible en fonction de l'état sanitaire de la vendange.

### **Combinaisons instables :**

Elles sont aussi appelées SO<sub>2</sub> libérable, combinaisons réversibles, réserve de SO<sub>2</sub> libre ou SO<sub>2</sub> dépôt.

Elles sont soumises aux mêmes facteurs que les combinaisons stables. L'équilibre est déplacé vers les combinaisons stables ou instables selon des conditions évoquées au-dessus. Il faut favoriser la présence de ces combinaisons qui permettent de libérer du SO<sub>2</sub> dans le milieu au fur et à mesure que le SO<sub>2</sub> libre est consommé.

## LIMITE SO<sub>2</sub> LIBRE / SO<sub>2</sub> COMBINÉ



La limite en SO<sub>2</sub> libre et SO<sub>2</sub> combiné dépend de l'acidité et de la température. Plus le vin est acide et conservé à une température élevée, plus il y a de SO<sub>2</sub> libre.

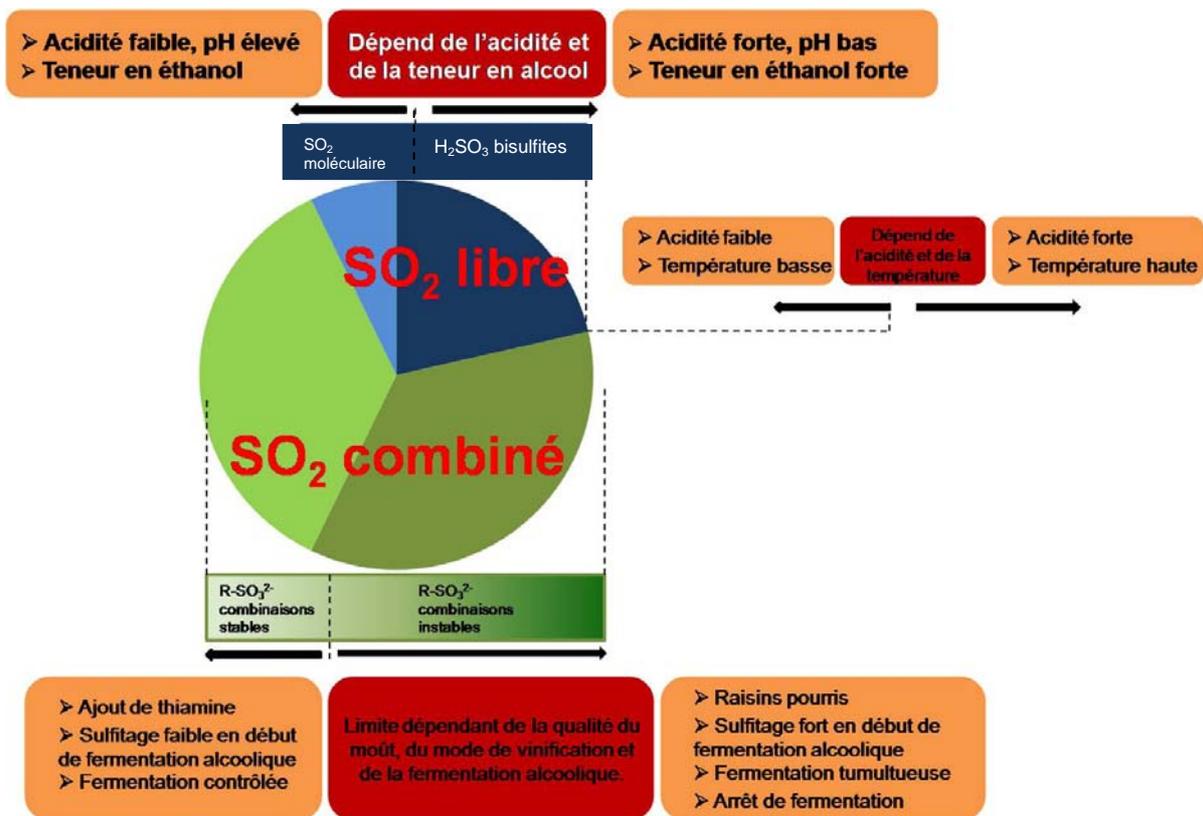
Environ 1/3 de l'ajout de SO<sub>2</sub> restera sous forme libre sur un vin moyen. C'est-à-dire, qu'une fois que tout le SO<sub>2</sub> nécessaire pour bloquer toutes les combinaisons stables sera consommé, il restera environ 30 % du SO<sub>2</sub> sous forme libre.

La température de conservation des vins oscille entre 10 et 15 °C. A l'automne, la température de conservation baisse et donc la quantité de SO<sub>2</sub> libre également. Au printemps, le contraire se produit.

Lors des dosages des teneurs en SO<sub>2</sub> libre et total au laboratoire, les échantillons sont analysés à 20 °C. Or, ce n'est pas la température de conservation des vins qui est souvent inférieure et il existe donc une différence entre la concentration trouvée au laboratoire (risque de surestimation) et celle réellement présente dans le vin en fonction de la température.

Le travail entrepris pour réduire les doses de SO<sub>2</sub> va nécessiter plus de précision sur les teneurs réelles et donc de corriger cette différence.

## SO<sub>2</sub> ACTIF OU MOLECULAIRE



Le SO<sub>2</sub> libre est la partie efficace pour protéger les vins. Il se compose des bisulfites et du SO<sub>2</sub> moléculaire. C'est cette dernière fraction qui est réellement efficace et active. L'équilibre entre ces deux formes dépend de l'acidité et de la teneur en alcool des vins. Il faut raisonner la dose de SO<sub>2</sub> en fonction de la concentration en SO<sub>2</sub> moléculaire nécessaire et suffisante pour protéger le vin. Plus le vin est acide avec un fort degré alcoolique, plus il y a de SO<sub>2</sub> moléculaire.

Pour avoir une bonne protection, la teneur en SO<sub>2</sub> moléculaire doit être supérieure à 0,6 mg/l. Pour une protection moyenne la teneur doit être comprise en 0,35 et 0,6 mg/l. En dessous de 0,35 mg/l, la protection n'est pas suffisante.

### Comment connaître le SO<sub>2</sub> actif ou moléculaire ?

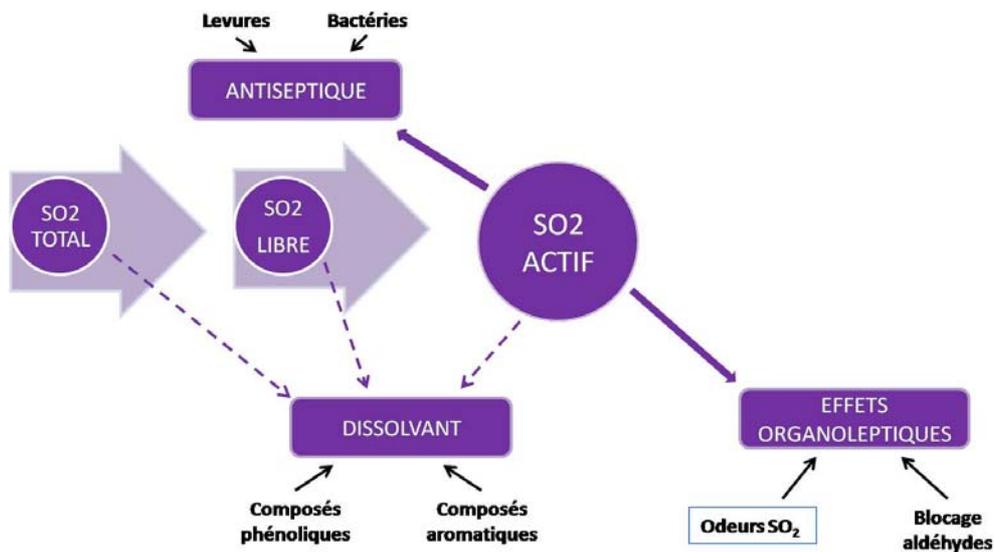
Il existe plusieurs tables de calculs du SO<sub>2</sub> moléculaire, il faut demander conseil à un œnologue (ou sur le site IFV Midi-Pyrénées).

Concrètement :

- Si le TAV augmente de 1 % vol., la quantité de SO<sub>2</sub> actif augmente de 5 %.
- Si la température augmente de 1 °C, la quantité de SO<sub>2</sub> actif augmente de 7 %.
- Si le pH diminue de 0,2 point, la quantité de SO<sub>2</sub> actif **augmente de 50 %**.

Le pH est donc le facteur primordial.

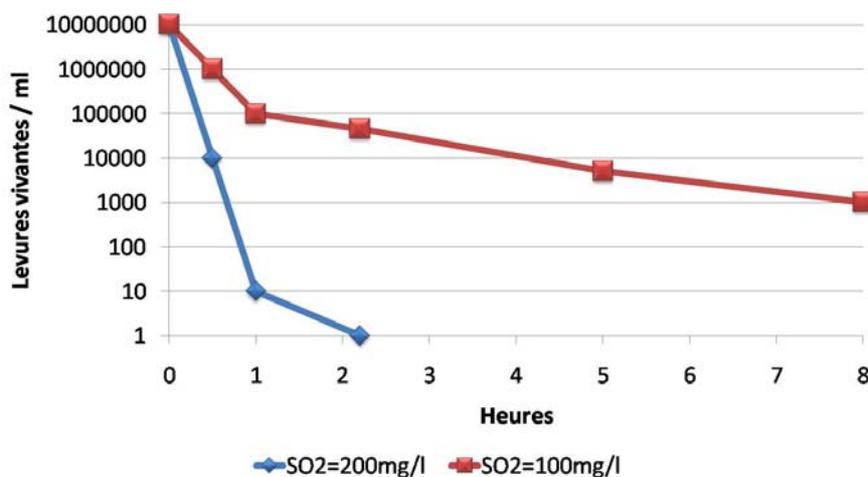
## EFFETS ORGANOLEPTIQUE ET ANTISEPTIQUE DU SO<sub>2</sub>



Le SO<sub>2</sub> est odorant et lorsqu'il est en concentration trop importante, il peut être senti à la dégustation. La plupart du temps, le consommateur ne le sent pas. Son action permet de bloquer l'éthanal et donc d'éviter la présence d'odeur d'évent.

Il a également un effet antiseptique contre les levures et les bactéries. Il permet de réduire une population microbienne. Ses propriétés viennent du SO<sub>2</sub> moléculaire.

**Source : CA 33**



Un ajout de 20 g/hl de SO<sub>2</sub> sur une population de 10<sup>7</sup> levures entraîne la disparition de cette population en 2 heures.

Un ajout de 10 g/hl permet de passer d'une population de  $10^7$  à une population de  $10^3$  levures en 8 heures.

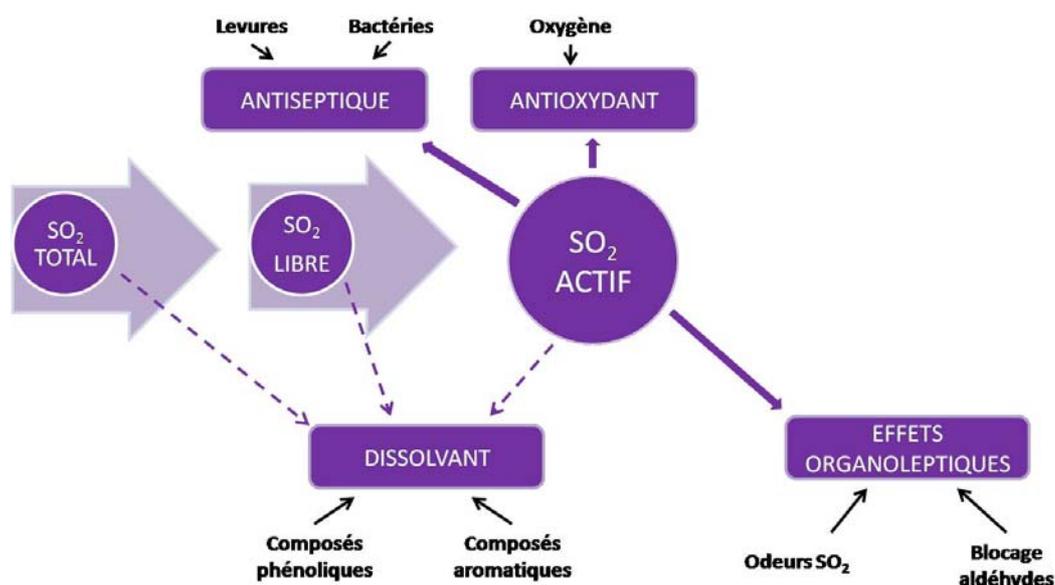
En effet, le  $\text{SO}_2$  bloque les activités enzymatiques des levures, ce qui entraîne la mort d'une partie de la population. Le  $\text{SO}_2$  a un effet fongicide.

Pour une partie plus faible de la population, la levure reste vivante, mais privée de ses fonctions de fermentation et de reproduction. Si la teneur en  $\text{SO}_2$  diminue, l'activité levurienne reprend. C'est l'effet fongistatique.

Les levures indigènes sont plus sensibles que les levures sélectionnées. Le sulfitage du moût permet donc de faciliter l'implantation des LSA.

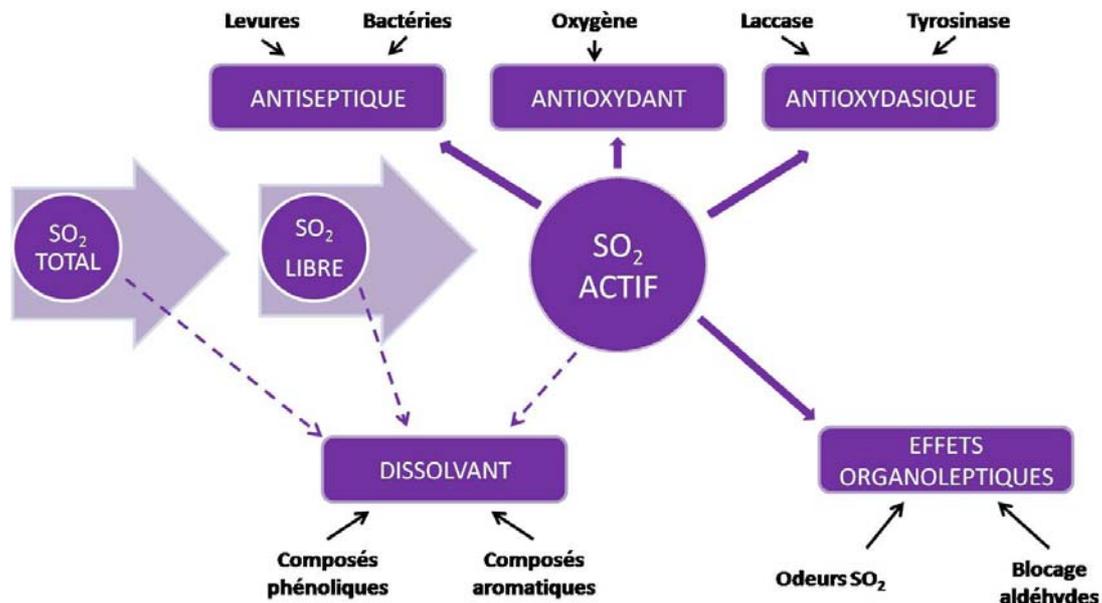
Les bactéries sont plus sensibles que les levures au  $\text{SO}_2$ .

## EFFET ANTIOXYDANT DU $\text{SO}_2$



4 à 5 jours après l'ajout de  $\text{SO}_2$ , tous les équilibres chimiques sont atteints. Au-delà de ce laps de temps, la diminution de  $\text{SO}_2$  libre n'est due qu'à l'oxydation en sulfates par l'oxygène dissous en présence de catalyseurs (ions fer et cuivre). Cette réaction d'oxydation est irréversible. La présence de  $\text{SO}_2$  libre permet d'éviter l'oxydation des autres composés du vin. Il est important d'avoir une réserve suffisante de  $\text{SO}_2$  (combinaisons instables) pour permettre de compenser la disparition du  $\text{SO}_2$  libre consommé par ces réactions d'oxydation et ainsi limiter les risques de vieillissement prématuré.

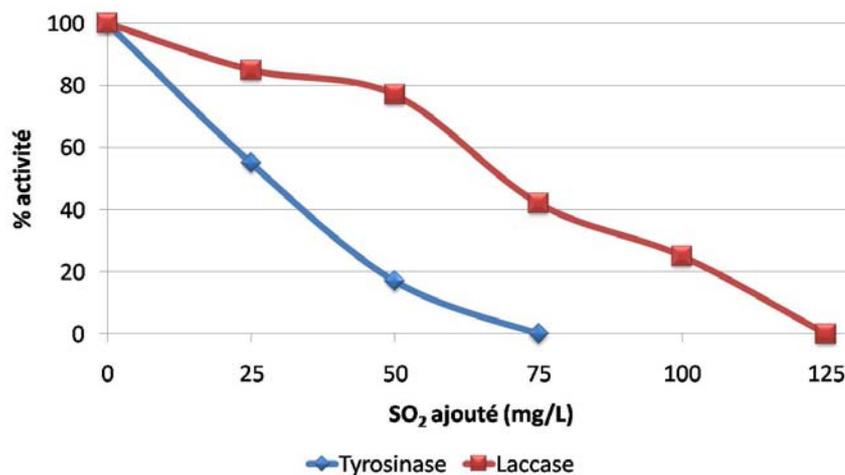
## EFFETS ANTIOXYDASIQUE DU SO<sub>2</sub>



Deux enzymes du type oxydases voient leur activité bloquée par le SO<sub>2</sub> :

- la tyrosinase qui est une enzyme naturellement présente dans le raisin
- la laccase qui est une enzyme présente dans la vendange botrytisée.

*Source : Kowac - 1979*



75 mg/l de SO<sub>2</sub> permettent d'inhiber l'activité tyrosinase et ainsi d'éviter l'oxydation des polyphénols entraînant une évolution de la couleur.

Par contre, il faut une dose très élevée de SO<sub>2</sub>: 125 mg/l pour permettre de bloquer l'activité de la laccase. Une vendange très pourrie présente donc une activité laccase importante (même action que la tyrosinase).

## UTILISATION DU SO<sub>2</sub> : PROTEGER L'UTILISATEUR

---

Le SO<sub>2</sub> peut présenter une certaine toxicité. C'est un produit dangereux lorsqu'on est exposé à de fortes doses.

Ainsi pour l'utilisateur en cave, la valeur limite d'exposition (VLE) est de 5 ppm (équivalent à des mg/l). Une telle exposition engendre des effets toxiques immédiats ou à très court terme.

La valeur moyenne d'exposition (VME) est de 2 ppm (équivalent à des mg/l). Dans ce cas, il peut y avoir des effets à terme, lorsque la personne est exposée sur un poste de travail de 8 heures.

Toutefois, l'homme perçoit le SO<sub>2</sub> dès 1 ppm, il est donc possible de prévenir les risques contrairement au CO<sub>2</sub>. Donc dès que l'on sent le SO<sub>2</sub> en cave, il y a danger, il faut aérer.

L'utilisation de gants, lunettes, masques, permet de manipuler le SO<sub>2</sub> sans risque.

## UTILISATION DU SO<sub>2</sub> : PROTEGER LE CONSOMMATEUR

---

La toxicité aigüe est rarissime (6 cas sur 270 millions d'américains (FDA-1995)). Cela a entraîné une mention obligatoire sur l'étiquette « contient des sulfites ».

La toxicité aigüe correspond à des œdèmes, des chocs anaphylactiques.....

L'OMS a défini une toxicité chronique des sulfites. En effet, l'ingestion des sulfites induit la destruction de la thiamine, ce qui pose des problèmes physiologiques en cas de carence de cette vitamine, ce qui est très rare. En dehors des populations souffrant de malnutrition, la très grande majorité de la population a suffisamment de thiamine dans son bol alimentaire pour que la consommation de vin ne soit pas néfaste.

Cependant, par principe de précaution (comme pour le sel), l'OMS a fixé une dose journalière admissible (DJA) de 0,7 mg/kg avec un coefficient de sécurité de 100.

En prenant l'exemple d'une personne qui pèse 100 kg et en appliquant le coefficient de sécurité de 100 :

$100 \text{ kg} \times 0,7 \text{ mg} = 70 \text{ mg} \times 100 = 7000 \text{ mg}$  en considérant que le vin consommé a une teneur en SO<sub>2</sub> total de 200 mg/l soit la limite maximale autorisée (la plupart des vins ont une teneur plutôt voisine de 100 mg/l)  $7000 \text{ mg} / 200 \text{ mg/l} = 35$  litres de vin par jour !!!!! Bien entendu en appliquant le principe de précaution du coefficient de sécurité à 100, il n'est pas bon de dépasser 0,35 litres de vin par jour.

Ce qui reste le plus dangereux dans le vin, c'est avant tout l'alcool.

*Pour en savoir plus : Les cahiers itinéraires d'ITV France : « la maîtrise du sulfitage des moûts et des vins », à télécharger sur [www.vignevin.com](http://www.vignevin.com).*

# ***LE SO<sub>2</sub> : ASPECTS PRATIQUES***

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

## FORMES DE SO<sub>2</sub> UTILISEES

Les différentes formes présentées dans le tableau ci-dessous sont utilisées pour les vins blancs et les vins rouges.

Chaque forme a une utilisation préférentielle.

	Vendange	Élevage	Mise en bouteilles
PASTILLES/ GRANULES	 (granulés)		 (granulés)
Solution bisulfite d'ammonium			
Solution bisulfite de potassium			
Solution non stabilisée			
SO <sub>2</sub> pur gazeux			

Les granulés sont des agglomérats de soufre et de carbonate de calcium. Ils sont de tailles différentes pour permettre une bonne homogénéisation lors de leur utilisation. Les granulés les plus gros vont aller jusqu'au fond de la cuve. Les pastilles et les granulés sont effervescents et se dissolvent bien. Les pastilles ne sont à utiliser que pendant l'élevage. Il est possible d'utiliser des granulés sur la vendange et à la mise en bouteilles mais ce n'est pas la forme idéale.

Les granulés fonctionnent très bien pour le sulfitage mais ont un coût important.

La solution non stabilisée de soufre est issue de gaz dissous dans de l'eau, il n'y a pas d'autres produits apportés que le soufre mais cette forme n'est quasiment plus utilisée.

Les formes les plus couramment employées sont les solutions de bisulfite d'ammonium et de bisulfite de potassium.

La solution de bisulfite d'ammonium est moins odorante mais ne peut être utilisée que sur la vendange car elle apporte de l'azote. Sur la récolte cela a un effet positif car cet ajout permet d'enrichir le moût en azote qui est un nutriment pour les levures. Par contre, cette forme ne peut pas être ajoutée pour le sulfitage en élevage ou à la mise en bouteilles.

A contrario, la solution de bisulfite de potassium est très stable et peut être employée pour toutes les étapes du sulfitage. Il existe différentes concentrations de 5 % à 37 %.

Le SO<sub>2</sub> pur gazeux peut être utilisé. Il est vendu sous forme de bouteilles avec un détendeur. Seul du SO<sub>2</sub> est apporté. Par contre, cette forme présente un danger lors de l'utilisation. Il faut être vigilant. Cette forme est parfois adaptée pour le sulfitage des fûts à la place du méchage.

## QUAND ET COMBIEN DE SO<sub>2</sub> ?

---

	<b>Rouges</b>	<b>Blancs</b>	<b>Risque majeur</b>
<b>Vendanges</b>	<b>5 à 10 g/hl</b>	<b>3 à 7 g/hl</b>	<b>Oxydation+ microbio</b>
<b>Post fml</b>	<b>2 à 3 g/hl</b>	<b>4 à 5 g/hl</b>	<b>Microbio</b>
<b>Élevage</b>	<b>SO<sub>2</sub> actif 0.3 à 0.5 mg/l</b>	<b>SO<sub>2</sub> libre 20 à 30 mg/l</b>	<b>Microbio+ Oxydation des blancs</b>

La quantité de SO<sub>2</sub> à ajouter n'est pas la même selon la couleur et le moment. De plus, l'action recherchée de cet ajout ne fait pas appel aux mêmes propriétés du SO<sub>2</sub> (fongicide, antioxydantes....).

Ainsi, une dose de 5 à 10 g/hl est préconisée sur les vendanges rouges. Toutefois, l'ajout de 10 g/hl constitue une quantité importante et n'est conseillée que dans le cas de vendanges fortement botrytisées.

Pour les vendanges de raisins blancs, la dose préconisée est de 3 à 7 g/hl. Comme en rouge, la quantité maximale est conseillée dans le cas d'une vendange pourrie.

En moyenne, un ajout de 3 à 4 g/hl est réalisé.

Du SO<sub>2</sub> est utilisé sur la vendange afin de prévenir les risques microbiologiques et d'oxydation.

A la fin de la fermentation malolactique, un sulfitage est réalisé de façon à éviter le développement de flores microbiennes indésirables. Cela permet de stabiliser le vin. 2 à 3 g/hl de SO<sub>2</sub> sont ajoutés en rouge et 4 à 5 g/hl en blanc.

Enfin, le sulfitage est également important au cours de l'élevage de façon à maintenir un niveau de soufre libre et/ou moléculaire suffisant pour assurer la protection des vins.

Le risque majeur pour les vins rouges est le développement de micro-organismes (surtout *Brettanomyces* et bactéries) pouvant entraîner des déviations organoleptiques. Il est préférable de raisonner en SO<sub>2</sub> moléculaire ou actif dans ce cas car les pH peuvent être élevés, ce qui influe fortement la quantité de SO<sub>2</sub> moléculaire. Il est nécessaire de maintenir sa concentration entre 0,3 et 0,5 mg/l.

Pour les vins blancs, le risque majeur est l'oxydation. La quantité de SO<sub>2</sub> doit être raisonnée en SO<sub>2</sub> libre car en Bourgogne, les vins blancs ont des pH compris entre 3,2 et 3,35, donc acides, le SO<sub>2</sub> moléculaire sera donc toujours en quantité suffisante (contrairement aux vins rouges pour lesquels les pH peuvent être plus élevés).

## COMMENT ?

---

Le plus grand danger est une mauvaise répartition du soufre dans la cuve ou le fût.  
Pour éviter ce phénomène, il faut utiliser des matériels adaptés à chaque forme.

### Pour les solutions de SO<sub>2</sub> :

*Sur moûts* : une pompe doseuse pour les solutions stabilisées ou non, le goutte à goutte sous le pressoir ou l'ajout à l'éprouvette dans la cuve de réception, pour les gros volumes, la forme « granulés » est préférable.

En rouge, après ajout, il est nécessaire de faire un remontage.

*Sur vins en cuves* : pompe doseuse ou éprouvette mais là aussi, un remontage ou un brassage avec un gaz (type CO<sub>2</sub> ou azote) est nécessaire pour homogénéiser l'apport de SO<sub>2</sub>. Il est également possible d'incorporer la solution en cours de manipulation du vin.

*Vins en fûts* : seringue puis bâtonnage.

### Pour le SO<sub>2</sub> effervescent :

Les pastilles doivent être utilisées uniquement en fûts.

Les granulés peuvent être utilisés en cuve et ont une bonne répartition.

### Pour le SO<sub>2</sub> pur :

Détente du gaz et sulfidoseur.

**Attention : avant une mise en bouteilles, il faut toujours effectuer un remontage du volume de la cuve ou un bâtonnage sur fûts.**

Il existe des systèmes qui permettent de réaliser le sulfitage en continu des moûts.



## PREPARATION A LA MISE EN BOUTEILLES

---

Pour permettre d'assurer un bon niveau de protection du vin mis en bouteilles, le SO<sub>2</sub> doit être réglé en 4 étapes avant la mise.

Pendant l'élevage : une dose importante de SO<sub>2</sub> peut être apportée de manière à augmenter le SO<sub>2</sub> combiné et assurer un SO<sub>2</sub> libre stable.

Le sulfitage post FML est réalisé à une dose de 4 à 5 g/hl. Si une dose trop faible est ajoutée, la teneur va rapidement diminuer en raison de la création de combinaisons stables et instables.

2 mois avant mise : à l'occasion du collage ou d'un soutirage, le niveau de SO<sub>2</sub> doit être réajusté.

2 semaines avant mise : ajuster la teneur en SO<sub>2</sub>.

Juste avant mise : ajuster la concentration en SO<sub>2</sub>.

Tous ces contrôles et ajustements du niveau de SO<sub>2</sub> permettent de favoriser le SO<sub>2</sub> combiné tout en maintenant une teneur en SO<sub>2</sub> libre stable.

## DOSES DE SO<sub>2</sub> A LA MISE EN BOUTEILLES

---

### Vins rouges :

Comme expliqué précédemment, il est nécessaire de raisonner en SO<sub>2</sub> actif ou moléculaire. En effet, le risque principal pour les vins rouges est le développement de micro-organismes indésirables. En raison des pH des vins rouges, (qui peuvent varier de façon importante et qui peuvent être assez élevés), il faut ajuster le SO<sub>2</sub> de manière à maintenir une teneur en SO<sub>2</sub> moléculaire suffisante.

- Pour les vins « de garde » (conservation > 2 ans)
  - SO<sub>2</sub> actif = 0,6 mg/l
- Pour les vins à rotation rapide (1 à 2 ans)
  - SO<sub>2</sub> actif = 0,4 mg/l

Ces teneurs sont parfois difficiles à obtenir avec des pH élevés.

### Vins blancs :

Il faut raisonner en SO<sub>2</sub> libre. En effet, les pH sont assez bas en Bourgogne sur les vins blancs pour permettre le maintien d'une concentration en SO<sub>2</sub> moléculaire suffisante et ainsi assurer une stabilité microbiologique. La teneur en SO<sub>2</sub> libre à avoir est fonction du type d'obturateurs et de l'oxygène dissous, ainsi que du temps de conservation.

- Pour les vins de garde (> 2 ans)
  - Avec capsules à vis : SO<sub>2</sub> libre = 30 à 35 mg/l
  - Avec des bouchons synthétiques ou en liège : SO<sub>2</sub> libre : 45 mg/l

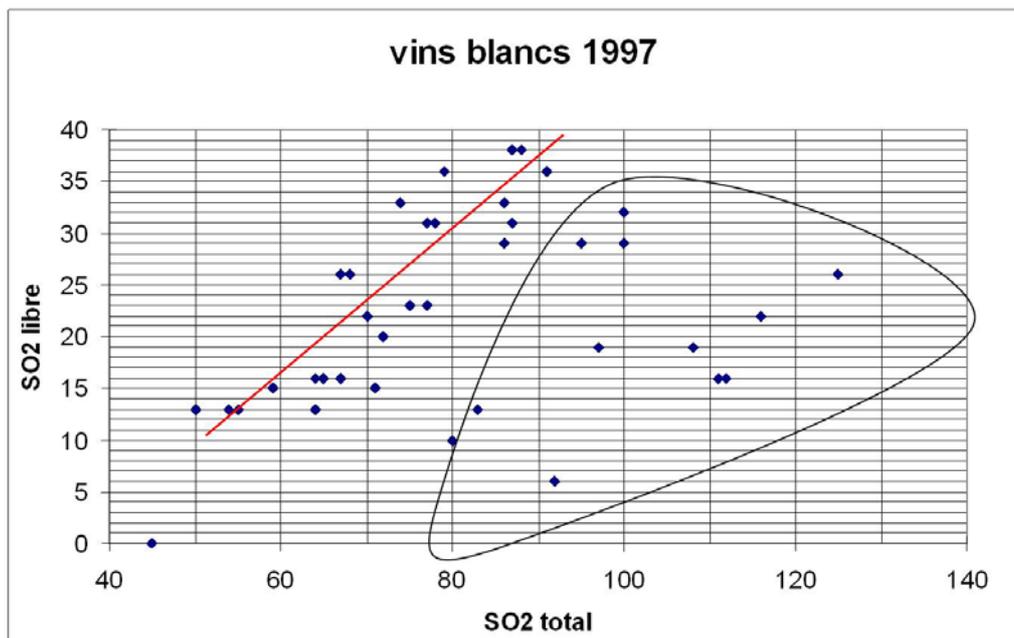
- Pour les vins à rotation rapide (< 2 ans)
  - Avec capsules à vis : SO<sub>2</sub> libre = 25 à 30 mg/l
  - Avec des bouchons synthétiques ou en liège : SO<sub>2</sub> libre = 35 mg/l
  - En BIB : SO<sub>2</sub> libre = 45 mg/l

### **NE PAS AVOIR PEUR D'UN SO<sub>2</sub> ELEVE :**

Certaines de ces teneurs peuvent paraître élevées mais elles sont nécessaires pour maintenir un niveau de protection suffisant.

Le seuil de perception du SO<sub>2</sub> est donné entre 25 et 30 mg/l et ce pour les dégustateurs entraînés. Il est donc rare que le consommateur puisse le sentir. De plus, les consommateurs ne se plaignent pas auprès des professionnels de bouteilles avec trop de SO<sub>2</sub>. Par contre, ils peuvent se plaindre de défaut de vieillissement prématuré...

### **Combinaison du SO<sub>2</sub> :**



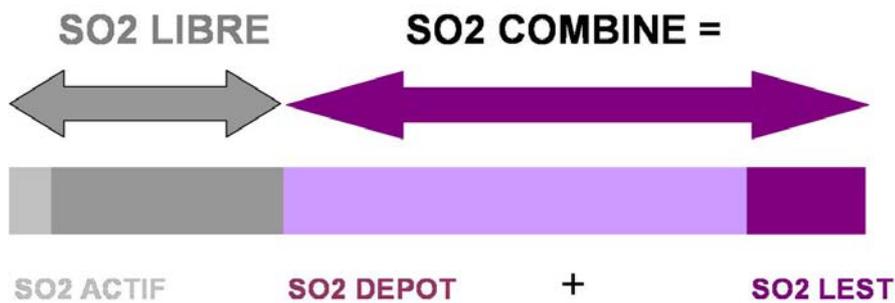
Les vins ont été élevés en fûts. Le dosage du SO<sub>2</sub> est réalisé en fin d'élevage avant mise en bouteilles.

Cette courbe montre qu'environ 1/3 du SO<sub>2</sub> ajouté est sous forme libre et 2/3 sous forme combinée. Les points entourés sur le graphique correspondent aux vins qui contiennent beaucoup d'éthanal et dont le SO<sub>2</sub> est essentiellement sous forme combinée. Ce sont des vins qui risquent une déviation organoleptique malgré leurs teneurs en SO<sub>2</sub> total élevées.

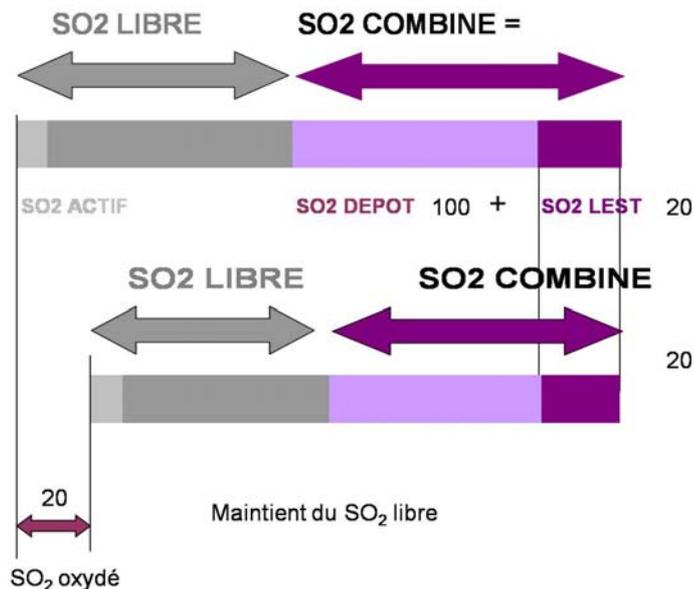
## LE SO<sub>2</sub> TOTAL : LA QUESTION CRUCIALE

Le SO<sub>2</sub> total est donc pour 1/3 sous forme libre et 2/3 sous forme combiné. Une petite fraction du SO<sub>2</sub> libre constitue le SO<sub>2</sub> moléculaire qui possède toutes les propriétés de protection des vins. Le SO<sub>2</sub> combiné est constitué du SO<sub>2</sub> dépôt (combinaison instables) et du SO<sub>2</sub> lest (combinaisons stables).

L'objectif est de limiter au maximum les combinaisons stables. Pour cela, il faut une fermentation malolactique rapide et sulfiter tôt et régulièrement pendant l'élevage. L'intérêt est de favoriser la quantité de SO<sub>2</sub> dépôt qui peut redonner en se dissociant du SO<sub>2</sub> libre pour remplacer celui consommé par oxydation et ainsi maintenir un niveau de protection des vins suffisant.

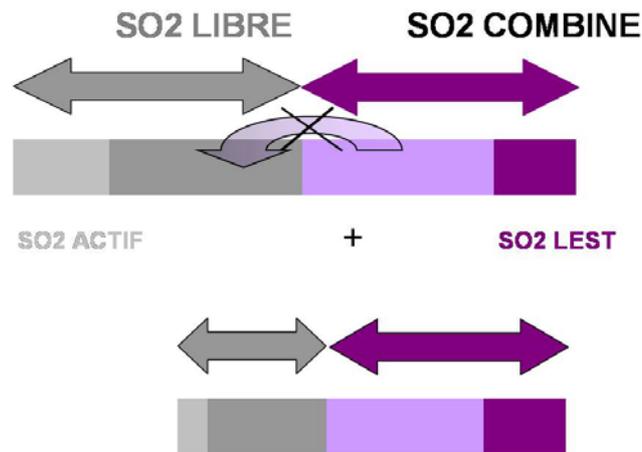


S'il y a assez de SO<sub>2</sub> dépôt :



Les chiffres donnés sont indicatifs et ne reflètent pas forcément la réalité. S'il y a assez de SO<sub>2</sub> décombinable, le SO<sub>2</sub> libre se maintient.

S'il n'y a pas assez de SO<sub>2</sub> dépôt :



Diminution rapide du SO<sub>2</sub> libre

S'il n'y a pas assez de SO<sub>2</sub> décombinable, la teneur en SO<sub>2</sub> libre diminue rapidement.

## L'OXYGENE DISSOUS : UNE DONNEE A PRENDRE EN COMPTE

---

Selon la littérature, 1 mg/l d'oxygène dissous consomme 3 à 4 mg/l de SO<sub>2</sub>.

En moyenne, la quantité d'oxygène dissous dans le vin à la mise est comprise entre 1,5 et 3 mg/l et ce quand la vinification et la préparation à la mise sont parfaitement maîtrisées.

Donc, **au minimum 4,5 à 12 mg/l de SO<sub>2</sub> sont consommés par l'oxygène dissous** contenu dans le vin, ce qui est une part non négligeable. De plus, ces valeurs ne prennent pas en compte le rôle du bouchon liège dont la perméabilité à l'oxygène est variable et peut parfois être très importante. Il faut donc une teneur en SO<sub>2</sub> capable de maintenir une quantité suffisante de SO<sub>2</sub> libre en considérant cette consommation par l'oxygène dissous.

## LE SO<sub>2</sub> COMBINE, ESSENTIEL POUR REUSSIR

---

Comme tout l'exposé le démontre, le SO<sub>2</sub> combiné est le paramètre qu'il est essentiel de maîtriser de façon à limiter le SO<sub>2</sub> lest, bloqué dans des combinaisons stables et avoir suffisamment de SO<sub>2</sub> dépôt, décombinable pour remplacer le SO<sub>2</sub> libre consommé par oxydation et ainsi permettre de protéger les composés du vin de l'oxydation.

Pour obtenir une concentration en SO<sub>2</sub> combiné suffisante, la teneur en SO<sub>2</sub> total doit être :

### **Vins blancs :**

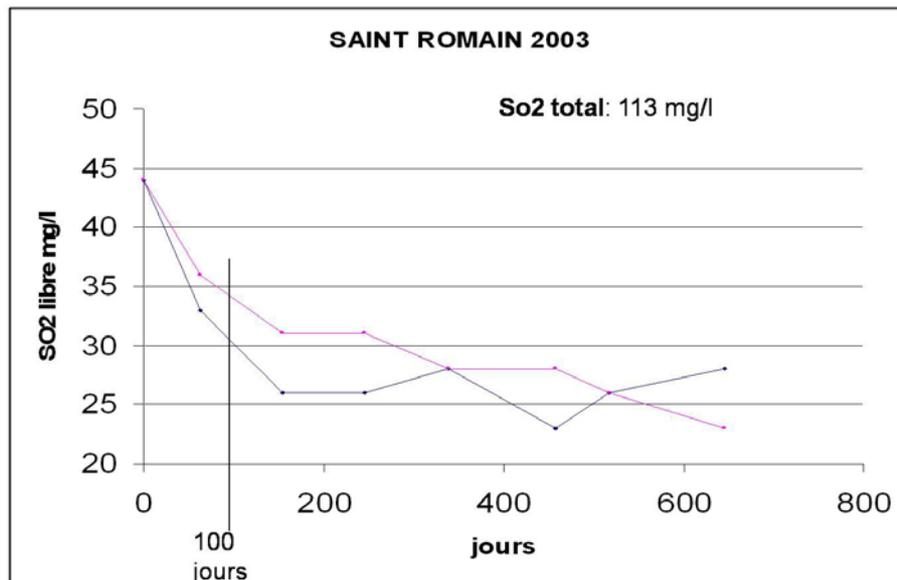
- 110 à 140 mg/l pour les vins élevés en fûts.
- 80 à 110 mg/l pour les vins élevés en cuves.

### Vins rouges :

- 80 à 100 mg/l pour les vins élevés en fûts.
- 70 à 80 mg/l pour les vins élevés en cuves.

Il est important de toujours raisonner selon le ratio SO<sub>2</sub> libre / SO<sub>2</sub> total.

### Evolution du SO<sub>2</sub> après mise sur Chardonnay :



L'évolution des teneurs en SO<sub>2</sub> libre de deux vins blancs d'appellation Saint Romain, sur le millésime 2003 (mis en bouteilles en 2004), ont été suivies.

La teneur en SO<sub>2</sub> total est de 113 mg/l. Une partie de la production a été élevée en fûts et l'autre partie en cuve.

Au bout de 100 jours, soit un peu plus de 3 mois, la teneur en SO<sub>2</sub> libre a déjà fortement diminué. A 200 jours de conservation, elle est d'un peu plus de 25 mg/l sur un vin contre 44 mg/l environ initialement et un peu plus de 30 mg/l pour l'autre vin pour une teneur initiale identique.

Au bout de 600 jours, la teneur de SO<sub>2</sub> libre a pratiquement diminué de moitié pour l'un des vins et d'1/3 pour l'autre vin.

Les teneurs en SO<sub>2</sub> libre et total de ces vins qui pouvaient paraître importantes au départ, ont été nécessaires pour la conservation des vins.

Toutefois, tous les vins ne réagissent pas de la même manière et cette évolution dépend également beaucoup de l'obturbateur.

## **DIMINUER LE SO<sub>2</sub> DANS LES VINS BLANCS ?**

Il faut maintenir un certain niveau de SO<sub>2</sub> dans les vins blancs afin de les protéger de l'oxydation. Cependant, de nombreux viticulteurs et techniciens cherchent aujourd'hui à limiter sa quantité dans les vins.

Il est possible de diminuer les doses apportées à condition de maîtriser parfaitement chacune des étapes de production des vins blancs.

- Agir en vinification : diminuer le sulfitage (permet de diminuer le SO<sub>2</sub> dépôt), levurer pour maîtriser la fermentation alcoolique, ajouter de la thiamine si cela est nécessaire de façon à faciliter le développement des levures et leur activité fermentaire et enfin il est possible d'envisager une oxydation ménagée des moûts. Cette technique est encore à l'étude et des programmes expérimentaux sont en cours au BIVB. Les premiers résultats sont encourageants. Réaliser une oxydation ménagée permet d'oxyder tous les composés oxydables du moût et ainsi limiter les risques d'oxydation ultérieure.
- Provoquer rapidement la fermentation malolactique.
- Sulfiter rapidement après FML.
- Diminuer l'élevage en fûts et sa durée.

Ces actions permettent de diminuer le SO<sub>2</sub> lest (combinaisons stables).

- Gérer l'oxydation à toutes les étapes.
- Utiliser un obturateur peu perméable à l'oxygène.

En gérant les apports d'oxygène, la quantité d'oxygène dissous qui consomme du SO<sub>2</sub> est limitée et donc il y a moins de pertes de SO<sub>2</sub> par oxydation.

## ANNEXES

---

Exemple de solution de bisulfite de potassium :

Baktol 50, solution à 5 % : pour 1 g de SO<sub>2</sub>, 640 mg de potassium sont apportés.

Exemple de solution de solution de bisulfite d'ammonium :

Sulfossil, solution 5 % : pour 1 g de SO<sub>2</sub>, 280 mg d'ammonium sont apportés.

Attention : la teneur en CO<sub>2</sub> n'influe pas sur la quantité d'oxygène capable de passer par l'obturateur. Par exemple sur les Champagnes, la quantité d'oxygène dissous est équivalente à celle des vins tranquilles.

Le CO<sub>2</sub> apporte juste de la fraîcheur, il ne permet donc pas de diminuer la dose de SO<sub>2</sub> à apporter.



**BOURGOGNES**

*Bureau Interprofessionnel  
des Vins de Bourgogne*

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

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