Paroles D'EXPERT
Notes d'information pratique
LALLEMAND

LA PRODUCTION DE SO_2 PAR LA LEVURE ŒNOLOGIQUE

Qu'est-ce que le dioxyde de soufre (SO_2)?

Le dioxyde de soufre est une molécule connue sous le nom de SO_2, qui est utilisée comme agent antimicrobien pour de nombreux fruits secs (figues, raisins, abricots, etc.) et dans le vin. Les Romains se sont mis à l'employer pour la vinification après avoir découvert que la combustion de bougies soufrées dans les barriques vides permettait à celles-ci de conserver leur fraîcheur et d'éviter la production d'acide acétique et donc du vinaigre.

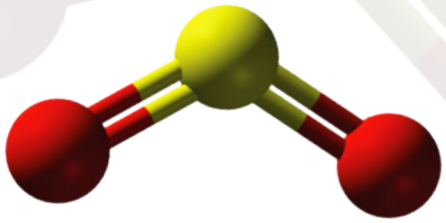

Figure 1 : Structure moléculaire du dioxyde de soufre (SO_2)

En quoi cette molécule joue-t-elle un rôle important dans la vinification?

Le dioxyde de soufre est utilisé à plusieurs étapes du processus de vinification. Il est ajouté pendant la vinification pour prévenir le développement de microorganismes indésirable, en qualité d'antioxydant, en qualité d'antioxidasique qui inhibe les polyphénols-oxydases (la laccase et la tyrosinase) et pour exercer son pouvoir dissolvant.

Cependant les sulfites peuvent avoir des effets négatifs sur les propriétés sensorielles du vin, retarder le déclenchement de la fermentation malolactique et nuire à la santé en cas de concentration élevée dans le vin. Ces raisons justifient que les niveaux de SO_2 dans le vin soient assujettis à une réglementation. Sur les bouteilles de vin, l'étiquette doit porter la mention « contient des sulfites » lorsque la teneur en SO_2 est supérieure à 10 mg/L. Par conséquent, il est important de vérifier et de contrôler le taux de SO_2 du vin pendant le processus de vinification afin de le maintenir un niveau assez bas, tout en préservant les propriétés de la molécule utiles à la vinification.

Le SO_2 peut être ajouté dans le vin sous plusieurs formes, notamment sous forme de gaz liquide, de solution de SO_2 ou de métabisulfite de potassium en poudre ou en comprimés effervescents. Le SO_2 n'est pas uniquement un composé exogène ; il peut être produit par la levure comme nous l'expliquerons plus loin.

Les nombreuses formes du SO_2

Le dioxyde de soufre peut apparaître sous différentes formes dans le vin, ce qui entraîne des conséquences sur la concentration finale de SO_2 dans le vin. Il convient de bien comprendre la nature des différentes formes prises par le SO_2 dans le vin et leurs conséquences.

- SO_2 libre : forme active des sulfites dans le vin qui agit comme agent antimicrobien ainsi qu'antioxydant ; forme appelée libre, car la molécule n'est liée ni fixée à aucun autre composé ;
- SO_2 combiné : lorsque le SO_2 est ajouté au vin ou au moût, une partie de la molécule se combine aux sucres et aux aldéhydes (tels que l'acétaldéhyde) ainsi qu'aux cétones ; cette forme de SO_2 n'est pas active ;
- SO_2 total = SO_2 libre + SO_2 combiné ;
- SO_2 moléculaire ou actif : forme la plus active et efficace du SO_2 libre ; le niveau de protection offert au vin par cette forme de SO_2 est plus précis que celui du SO_2 libre et peut être calculé à l'aide d'une formule qui tient compte du pH, de la température, du pourcentage d'alcool et du SO_2 libre. Le pH est l'un des facteurs qui influence le plus l'équilibre entre le SO_2 moléculaire, libre et total. En général, une concentration de SO_2 moléculaire de 0,35 mg/L à 0,60 mg/L assure une bonne protection du vin.

Formation de SO_2 pendant la fermentation alcoolique

Saccharomyces cerevisiae, qu'elle soit sélectionnée ou spontanée, produit du SO_2. La production de sulfites par les levures peut aller de quelques mg/L à plus de 90 mg/L selon les conditions de fermentation et la souche de levure. Il a été démontré par Delteil (1992) que 30% des levures indigènes dans la région de Côte Rôtie (France) étaient de grandes productrices de SO_2. Le dioxyde de soufre est un métabolite intermédiaire dans la voie d'assimilation du sulfate (figure 2) qui aboutit à la synthèse d'acide aminé soufré. Dans certaines conditions, le dioxyde de soufre peut être synthétisé en excès puis être excrété dans le moût. D'autre part, les sulfites sont des précurseurs de la synthèse du sulfure, sous-produit hautement indésirable. Bien que la voie d'assimilation du sulfate ait fait l'objet de vastes études, nous en savons peu sur les facteurs qui influencent la production de sulfite et n'avons pas encore complétement défini les fondements moléculaires des différences entre les souches de levure.

La meilleure stratégie pour éviter une telle situation consiste à sélectionner une levure œnologique qui produit très peu de SO_2, de vérifier si la levure a des besoins en azote important pour la fermentation et à contrôler adéquatement la fermentation alcoolique.

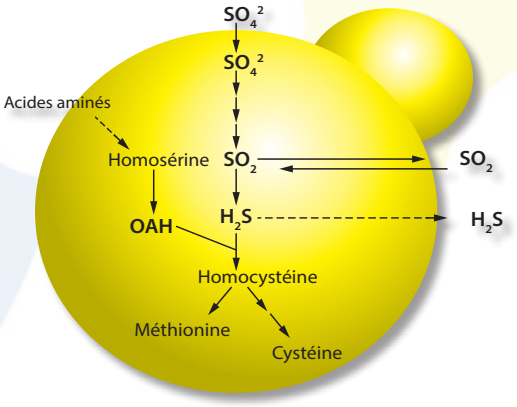

Figure 2 : Voie d'assimilation du sulfate dans la levure de vin

LES RÉSULTATS

Les facteurs qui influent la production de composés sulfurés par la levure sont les suivants :

1. Température : des études ont montré que la production de soufre est plus importante à une température faible (16° C) qu'à une température plus élevée (28° C) (Figure 3) ;

2. Levure oenologique : nous savons que la production de SO_2 par la levure est déterminée par la génétique et l'environnement ; toutes les levures oenologique qu'elles soient sélectionnées ou spontanées, produisent du SO_2 à des concentrations variées (Figure 4).

De nombreuses levures de vin ont été caractérisées en fonction de leur production de SO_2 en milieu synthétique. La figure 4 (page suivante) illustre la fourchette des taux de SO_2 produits par les différentes levures sélectionnées, du plus faible (5 mg/L) au plus élevé (90 mg/L). Le taux de SO_2 correspond à la concentration produite de façon intrinsèque par la levure de vin sans addition de soufre dans le moût synthétique. Par conséquent, il importe donc de tenir compte du fait qu'une souche de levure produit différentes concentrations de SO_2, ainsi que des conditions du moût et de la quantité de SO_2 ajouté, dans le choix de la levure qui convient à la méthode de vinification choisie et au style de vin souhaité.

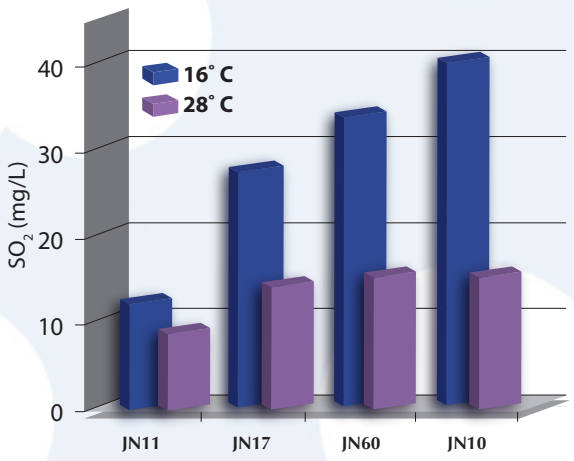

Figure 3 : Production de SO_2 par différentes souches de levure de vin à des températures différentes

LES RÉSULTATS

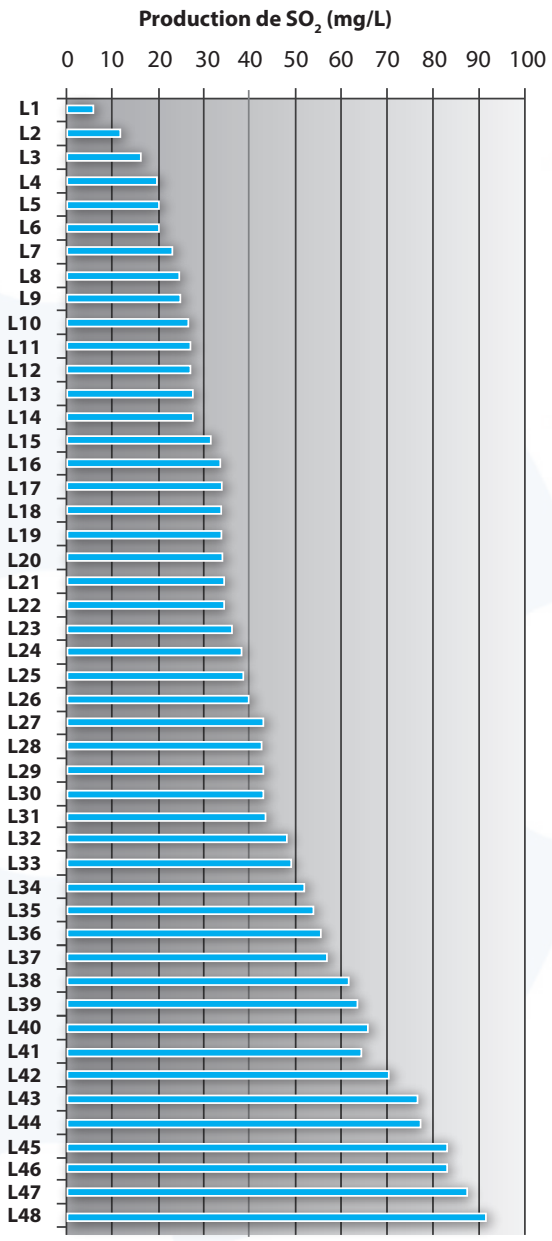

Figure 4 : Production totale de SO_2 par la levure de vin en milieu synthétique MS 300

Par exemple, si une fermentation malolactique est souhaitée, et connaissant la sensibilité des bactéries oenologiques au SO_2, une levure produisant un faible taux de sulfite peut être sélectionnée. Récemment, la sélection des levures œnologiques a également été centrée sur la recherche d'un microorganisme capable de réduire la production de SO_2. Lallemand, l'Institut Coopératif du Vin (France) et SupAgro INRA (France) ont collaboré pour mettre au point, grâce à un processus d'hybridisation dirigée, une levure œnologique naturelle, Lalvin ICV oKay®, qui produit très peu de SO_2, de H_2S et d'acétaldéhyde (combinant très fortement le SO_2). Cette levure a démontré que dans diverses conditions de vinification, qu'elle ne produisait que de faibles taux de SO_2 comme l'illustre la figure 5. Dans certains vins, la levure Lalvin ICV oKay® ne génère pas de SO_2 comme le montre l'absence de colonne rouge pour cette levure. Les propriétés œnologiques et sensorielles de Lalvin ICV oKay® s'avèrent très intéressantes pour produire des vins de grande qualité. De plus, dans la mesure où cette levure de vin produit très peu ou pas de SO_2 pendant la fermentation alcoolique, la fermentation malolactique est compatible si souhaitée.

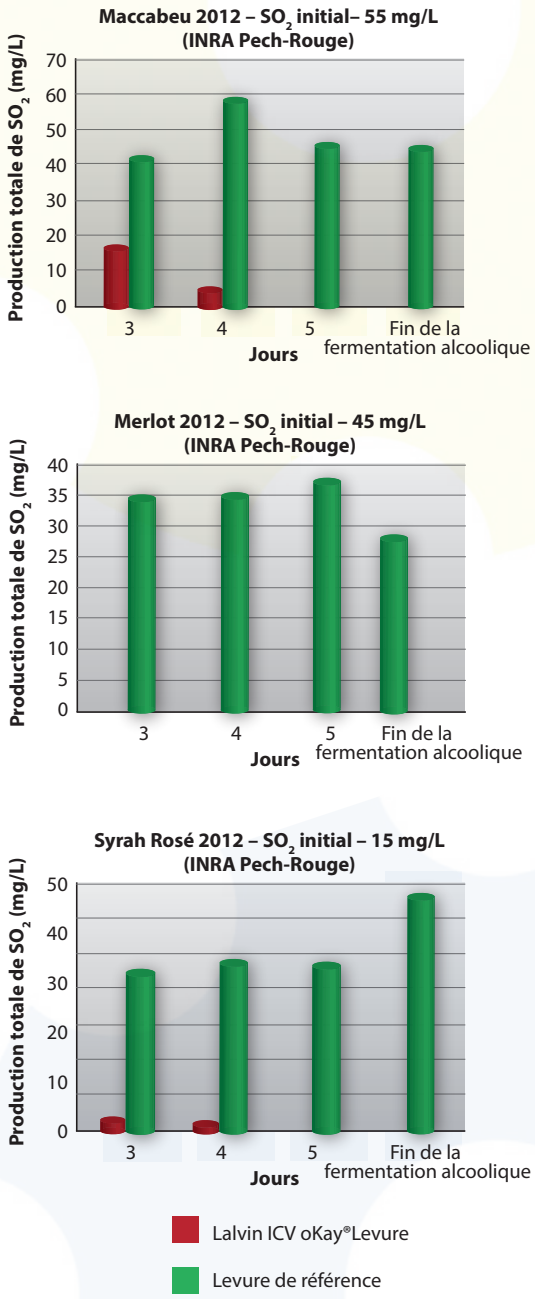

Figure 5 : Comparaison de la production totale de SO_2 par la levure Lalvin ICV oKay® et la levure de référence pendant la fermentation alcoolique dans trois vins

Bruno Blondin

Docteur en sciences des aliments de l'Université de Montpellier et professeur à Montpellier Supagro, Bruno Blondin est aussi directeur scientifique de cette même école depuis 2011. Véritable expert du métabolisme levurien, il est l'auteur de 42 publications et détenteur de 2 brevets. Il est aussi expert auprès de l'Organisation internationale de la vigne et du vin (OIV) et membre du Conseil Scientifique de l'Institut Français de la Vigne et du Vin (IFV). Ses activités de recherche, conduites dans le cadre de l'équipe microbiologie de l'UMR Sciences pour l'œnologie INRA-Montpellier Supagro-UM1, ont porté récemment sur la génomique fonctionnelle des levures œnologiques, notamment sur les bases génétiques impliquées dans la production de composés soufrés en fermentation. Cette démarche innovante a permis de mieux comprendre l'origine et le devenir des composés soufrés et d'en contrôler la production lors des fermentations. Responsable de l'enseignement de la microbiologie et des biotechnologies dans les formations Viticulture-Œnologie de Montpellier Supagro.

PAROLES D'EXPERT : LE SO_2

Les apports exogènes de SO_2 ne sont pas les seuls impliqués dans la teneur finale en SO_2 des vins puisque les levures œnologiques peuvent également en produire des quantités non négligeables. Dans le métabolisme de la levure, le SO_2 est un composé intermédiaire de la synthèse des acides aminés soufrés (méthionine et cystéine). Cette voie est particulièrement active pendant la phase de croissance après l'épuisement des acides aminés soufrés, présents en très faibles quantités dans les moûts de raisin, pour répondre à la demande anabolique pour la synthèse protéique. Cependant, certaines levures peuvent produire des quantités de SO_2 supérieures à leurs besoins ou à leurs capacités d'incorporation et il est alors excrété dans le milieu. Sa production peut varier selon les souches de quelques milligrammes à plus de 100 mg/L.

Les bases moléculaires responsables des différences de production entre les souches de levures étaient jusqu'à maintenant peu connues. Une nouvelle étude a récemment permis d'identifier des gènes responsables du contrôle de la production de SO_2, mais également d'H_2S et d'éthanal (combinant très fortement le SO_2) : les gènes *MET2* et *SKP2*. De nouveaux allèles de ces gènes ont été identifiés dans une souche très faible productrice de SO_2 grâce à une étude génétique visant à l'identification des régions du génome impliquées dans ce phénotype : la cartographie de QTL.

Les deux allèles identifiés sont responsables d'un contrôle particulièrement puissant de la production de SO_2 en intervenant à deux étapes-clés du métabolisme du soufre. En amont, en limitant sa synthèse, l'allèle du gène *SKP2* contrôle au niveau post-traductionnel l'efficacité d'une enzyme impliquée dans la synthèse de SO_2. En aval, l'allèle du gène *MET2* augmente son incorporation en permettant une synthèse accrue des précurseurs carbonés.

RÉSUMÉ

La meilleure stratégie pour la gestion du SO_2 est de trouver un équilibre entre maintenir une dose de SO_2 efficace tout en respectant les contraintes légales et chimiques. En connaissant le taux de production du SO_2 par la levure choisie, cela permet de mieux gérer le taux de SO_2 final dans le vin.

La production de SO_2 par la levure de vin est quelque peu influencée par le moût ou les conditions de la fermentation mais elle dépend fortement des caractéristiques intrinsèques et génétiquement déterminées qui varient d'une levure à l'autre. Des études approfondies visant à comprendre et à caractériser les levures sélectionnées ont montré que celles-ci pouvaient produire différents niveaux de SO_2. Lorsque ce facteur est important pour la fermentation du vin, pour pouvoir effectuer la fermentation malolactique, selon le style de vin ou les besoin du marché, il peut devenir un critère de choix de la levure à utiliser dans un type de vinification particulier. La nouvelle levure de vin Lalvin ICV oKay® est un bon choix pour la fermentation alcoolique lorsque la production de SO_2 est un sujet de préoccupation. La levure Lalvin ICV oKay® est une levure sélectionnée novatrice (brevet en instance PTC/IB220131050623) particulièrement intéressante pour les vins blancs et rosés, qui assure de faibles niveaux d'acidité volatile et favorise les esters aromatiques. Elle apporte fraîcheur et équilibre en bouche et surtout, ne produit pas ou peu de SO_2.