RÉSOLUTION OIV-OENO 631-2020

INVENTAIRE DES PRATIQUES POUR LA REDUCTION DES DOSES DE SO2 EN VINIFICATION

L'ASSEMBLÉE GÉNÉRALE,

VU L'ARTICLE 2, paragraphe 2 b) ii de l'Accord du 3 avril 2001 portant création de l'Organisation internationale de la vigne et du vin,

SUR PROPOSITION des groupes d'experts « Microbiologie » et « Technologie »,

CONSIDÉRANT l'intérêt que représente la production de vins à faible teneur en SO_2 pour le secteur vitivinicole,

DÉCIDE d'adopter le document suivant en tant que lignes directrices de l'OIV pour la réduction des doses de SO_2 en vinification.

Inventaire des pratiques pour la réduction des doses de SO2 en vinification

Contexte

La production de vins de grande qualité organoleptique constitue l'un des objectifs prioritaires de la filière vin mondiale. Parallèlement, la demande de la part des consommateurs en produits sans additifs chimiques a augmenté ces dernières années. Dans ce contexte, l'OIV a consacré l'un des axes de son Plan stratégique quinquennal 2015-2019 à la sécurité du consommateur et à ses attentes (axe 4 : « Participer à la sécurité du consommateur et prendre en compte ses attentes »).

L'un des enjeux actuels de l'œnologie moderne concerne l'utilisation du dioxyde de soufre (SO_2), l'additif chimique le plus utilisé en vinification. Dans le présent document, « SO_2 » se réfère aux principales formes du dioxyde de soufre en équilibre dans le vin (SO_2 moléculaire, ions bisulfite HSO_3^- et SO_2 combiné). Le SO_2 est un outil de choix pour préserver la qualité du vin du fait de ses propriétés antiseptiques, antioxydantes et d'inhibition enzymatique (Ribéreau-Gayon *et al.*, 2006). Lors des étapes qui précèdent la fermentation alcoolique, le SO_2 permet de limiter les oxydations et de réduire la charge microbienne totale du moût, favorisant la sélection des micro-organismes les plus aptes à la fermentation alcoolique tels que *Saccharomyces*

Exemplaire certifié conforme Paris videoconference, 26 novembre 2020
Le Directeur Général de l'OIV
Secrétaire de l'Assemblée Générale
Pau ROCA

© OIV 2020

cerevisiae, réduisant ainsi le risque de défauts de fermentation. Dans le vin fini, après la fermentation malolactique le cas échéant, l'utilisation de SO_2 a pour but d'éliminer les micro-organismes d'altération tels que les bactéries lactiques, les bactéries acétiques et les levures du genre *Brettanomyces/Dekkera*, responsables de défauts olfactifs liés à la production de phénols volatils. L'oxygène présent dans le moût et le vin provient de l'air, et il est dissout au cours des opérations de vinification, d'élevage et de stockage. En fonction de la composition du vin et de son niveau d'exposition à l'oxygène en cours de vinification, les oxydations peuvent jouer un rôle aussi bien positif que négatif sur la qualité du vin. Le SO_2 est efficace pour prévenir l'apparition de goûts oxydés indésirables et la dégradation de nombreux arômes et de la couleur.

Sous forme de HSO_3^-, il permet d'inhiber les enzymes d'oxydation dans le moût et de prévenir le brunissement oxydatif (Du Toit *et al.*, 2006 ; Waterhouse *et al.*, 2016). Parmi les enzymes oxydases, la laccase issue de *Botrytis* spp. est moins sensible que la tyrosinase du raisin, et les moûts produits à partir de raisins affectés par *Botrytis cinerea* requièrent donc des niveaux de sulfitage plus importants (Du Toit *et al.*, 2006). Dans le vin, où l'oxydation chimique est prédominante, les sulfites réagissent avec le peroxyde d'hydrogène et inhibent la réaction de Fenton responsable de l'oxydation de l'éthanol et d'autres composés organiques par la formation de radicaux hydroxyles (Danilewicz, 2007). La réaction entre les sulfites et le peroxyde d'hydrogène a également lieu dans les moûts, bien que l'oxydation chimique s'y produise dans une bien moins grande mesure. Un autre effet du dioxyde de soufre est sa capacité à réagir avec les quinones, formées durant les premières étapes des réactions oxydantes en chaîne, les réduisant en phénols (Danilewicz *et al.*, 2008 ; Waterhouse et Laurie, 2006). Par ailleurs, il se lie aux aldéhydes (acétaldéhyde par exemple), ce qui contribue à limiter la perception de goûts oxydés typiques (Waterhouse et Laurie, 2006). Des préoccupations en matière de sécurité ont récemment été émises au sujet des sulfites dans les aliments. Le dioxyde de soufre et les sulfites ont des effets toxiques bien connus, aussi bien aigus que chroniques chez certains sujets sensibles. Ils aggravent les symptômes respiratoires, dermatologiques, cardiovasculaires et gastro-intestinaux, manifestés essentiellement sous forme de réactions de type asthmatique chez les sujets sensibles aux sulfites, tandis que les réactions sévères de type allergique (anaphylaxies) sont peu fréquentes (Papazian, 1996 ; Vally et Thompson, 2003). Sur cette base, l'OMS a établi pour le dioxyde de soufre une DJA (dose journalière admissible) de 0,7 mg/kg de masse corporelle. L'Union européenne impose un étiquetage comportant la mention « contient des sulfites » lorsque la concentration totale en SO_2 dépasse 10 mg/L (directive 2003/89/CE). Outre son addition, le dioxyde de soufre est produit par les levures pendant la fermentation alcoolique (Suzzi *et al.*,

Exemplaire certifié conforme Paris videoconference, 26 novembre 2020
Le Directeur Général de l'OIV
Secrétaire de l'Assemblée Générale
Pau ROCA

© OIV 2020

1985 ; Wells et Osborne, 2011), à des concentrations pouvant atteindre 100 mg/L en fonction de la souche de levure et de la composition du moût (Thomas et Surdin-Kerjan, 1997). Actuellement, de nombreuses souches de levures sont sélectionnées pour produire de faibles quantités de sulfites, mais il existe encore un nombre significatif de souches présentes sur le marché capables de produire des niveaux significatifs de sulfites durant la fermentation alcoolique.

Aujourd'hui, à la demande des consommateurs, la tendance générale est de diminuer l'utilisation des sulfites en vinification. Divers autres additifs et méthodes physiques innovantes, tels que les champs électriques pulsés, ont été proposés pour remplir les différents objectifs de l'utilisation du dioxyde de soufre (Lisanti *et al.*, 2019). Si certains additifs alternatifs sont déjà autorisés en vinification, la plupart des additifs et des méthodes physiques innovantes n'ont fait l'objet que d'études expérimentales. Cependant, selon l'état des connaissances actuelles, aucune de ces alternatives n'a montrée être en mesure de remplacer totalement le SO_2, qui reste un additif œnologique utile voire incontournable dans certains cas.

Ces lignes directrices contiennent des recommandations pour une gestion de l'ensemble du processus de vinification, de la vigne à la bouteille, visant à réduire l'utilisation du SO_2 sans compromettre la qualité du vin en termes de caractéristiques organoleptiques et de stabilité microbiologique.

Principes généraux

Un apport d'oxygène réduit et modulé peut s'avérer nécessaire pour rehausser la couleur et les arômes du vin, en particulier dans la vinification en rouge, et cela tout en garantissant la stabilité microbiologique.

Les **facteurs** à considérer sont les suivants :

- Charge microbiologique du moût et du vin,
- Présence d'enzymes oxydases issues de champignons dans le moût,
- Concentration en substances se liant au SO2 dans le moût et le vin,
- pH,
- Température du vin,
- Exposition à l'oxygène,
- Présence et concentration dans le vin de composés antioxydants endogènes.

Exemplaire certifié conforme Paris videoconference, 26 novembre 2020
Le Directeur Général de l'OIV
Secrétaire de l'Assemblée Générale
Pau ROCA

© OIV 2020

Certaines pratiques vitivinicoles sont susceptibles d'influencer un ou plusieurs de ces facteurs, et donc de modifier les exigences en SO_2 à la hausse ou à la baisse.

Les **phases** au cours desquelles il est conseillé d'additionner du SO_2 afin de prévenir l'oxydation et les altérations microbiennes sont au minimum les suivantes :

- Au cours de la récolte, en cas de vendange mécanique dans la production de vins blancs et rosés,
- Au cours de la phase pré fermentaire (raisins et moût), en particulier pour les vins blancs et rosés,
- En fin de fermentation alcoolique (ou malolactique, le cas échéant),
- Au conditionnement ou au dégorgement pour les vins effervescents (bouchage final).

Pour assurer une protection contre l'oxydation et préserver les arômes, il est nécessaire d'utiliser du SO_2, ainsi qu'éventuellement des additifs complémentant son action (acide ascorbique), potentiellement en combinaison avec des gaz inertes purs ou en mélange (argon ou azote par exemple), et cela notamment dans le cas des vinifications en blanc.

Pour le traitement des problèmes microbiens, le sulfitage par addition de SO_2 sous forme de gaz (délivré à partir de SO_2 liquéfié) est à privilégier pour sa plus grande efficacité.

À concentration en SO_2 total égale, l'équilibre entre ses différentes formes (libre, moléculaire et combinée) dépend des caractéristiques physico-chimiques du vin en termes de pH, titre alcoométrique, composés capables de se lier au SO_2, ainsi que température. La fraction de SO_2 combiné à de l'acétaldéhyde est très peu disponible pour la protection du vin, cette combinaison étant très stable, et il convient donc de la minimiser en réduisant la formation d'acétaldéhyde dans le vin, qu'il soit d'origine chimique ou microbiologique (Waterhouse *et al.*, 2016 ; Capece *et al.*, 2020).

Pour garantir une protection efficace, il est possible de considérer des valeurs de références de 20-40 mg/L de SO_2 libre pour la protection antioxydante, alors que pour la prévention des altérations microbiennes dans le vin fini, les valeurs de référence reportées sont de 0,6 mg/L de SO_2 moléculaire dans le cas des vins secs et d'au moins 0,8 mg/L de SO_2 moléculaire dans celui des vins doux (Waterhouse, 2006).

La réduction des teneurs en SO_2 total devrait être réalisée en garantissant

Exemplaire certifié conforme Paris videoconference, 26 novembre 2020
Le Directeur Général de l'OIV
Secrétaire de l'Assemblée Générale
Pau ROCA

© OIV 2020

systématiquement des niveaux de protection adéquats, en fonction des caractéristiques du vin, des conditions de stockage et de sa durée de vie envisagée.

Le présent document procède à une analyse de l'ensemble du processus de vinification en identifiant les points d'intervention (PI) utiles à la réduction des doses de SO_2 total employées et en fournissant des indications pour leur gestion adéquate.

Classification des points d'intervention (PI)

Dans ce document, les PI sont codés de la manière suivante :

Pla) point d'intervention pour limiter la présence et l'activité des enzymes oxydases ;

PIb) point d'intervention pour prévenir les altérations microbiennes du moût et du vin ;

PIc) point d'intervention pour limiter la dissolution et la consommation d'oxygène dans les moûts (c1 : oxydation enzymatique) et les réactions d'oxydation (c2 : oxydation chimique) ;PId) point d'intervention pour renforcer l'efficacité du SO_2 (d1 : augmentation du SO_2 moléculaire ; d2 : minimisation de la formation de composés se liant au SO_2, y compris ceux dérivés de raisins affectés par des maladies fongiques) ;

PIe) point d'intervention pour éviter les additions excessives ou indésirables de SO_2 ;

PIf) point d'intervention pour garantir l'efficacité protectrice du SO_2.

Toutes les pratiques œnologiques doivent être appliquées conformément au *Code international des pratiques œnologiques* de l'OIV. Le présent document devrait faire l'objet d'une mise à jour suite à l'admission de nouvelles pratiques œnologiques.

POINTS D'INTERVENTION

A - À TOUTES LES PHASES DU PROCESSUS DE VINIFICATION

Il est recommandé de :

- Garantir l'application de pratiques d'hygiène appropriées tout au long du processus de vinification (PIb).
- S'assurer que les équipements de transport du raisin et de vinification ne cèdent pas d'ions métalliques (fer, cuivre et manganèse) au moût et au vin (PIc2).
- S'assurer que la vendange présente des concentrations faibles ou nulles en ions métalliques issus de traitements phytosanitaires tels que le cuivre (bouillie

Exemplaire certifié conforme Paris videoconference, 26 novembre 2020
Le Directeur Général de l'OIV
Secrétaire de l'Assemblée Générale
Pau ROCA

© OIV 2020

bordelaise) (Plc2).

- S’assurer que les tuyaux et que les raccords entre les tuyaux ne présentent aucune fissuration ou perforation. Remplacer périodiquement les tuyaux (PIc).
- S’assurer que les surfaces internes des cuves sont parfaitement intègres et ne présentent pas de fissurations (PIb).
- Lors du choix des pompes pour le transfert du moût et du vin, tenir compte du fait que les différents types possèdent différentes entrées d’oxygène. Par exemple, les pompes centrifuges sont particulièrement pénalisantes si la cavitation du liquide qui se produit au cours du transfert n’est pas écartée (PIc).
- Prendre en compte la porosité éventuelle à l'oxygène des matériaux constitutifs des récipients de stockage ou de vinification (Plc).
- Limiter les apports en oxygène pendant les phases dynamiques (turbulences dues au démarrage/à l’arrêt des pompes, effet Venturi dû à des raccords mal serrés, transport en compartiments ouverts) et statiques (au travers des orifices et matériaux poreux) (Plc).
- Si le SO_2 est fourni sous forme de métabisulfite de potassium ou de solutions, s’assurer que le produit n’est pas périmé, qu’il a été correctement stocké et que les solutions n’ont pas cristallisé (PIf).

Remarque importante : Il convient de prendre en compte que les substances se liant au SO_2 sont produites par des champignons présents dans le vignoble ainsi que durant la fermentation alcoolique et dans les vins suite à une contamination par des levures et des bactéries aérobies ou à des réactions chimiques d’oxydation catalysées par des métaux tels que le fer et/ou le cuivre.

B. GESTION DU VIGNOBLE ET RÉCOLTE

- Le choix du site de culture et de la variété de raisin devrait avoir pour objectif la production de raisins sains qui présentent un niveau d’acidité adéquat à maturité, de manière à posséder un taux d’acidité adapté lorsque la maturité est atteinte. Toute pratique viticole garantissant l’état sanitaire des raisins et/ou l'obtention d'un moût à faible pH doit donc être appliquée dans le vignoble (PIa, PIb, PId).
- Le cuivre étant un catalyseur d’oxydation chimique, son utilisation dans le vignoble devrait être limitée autant que possible, mais adaptée à la protection des

Exemplaire certifié conforme Paris videoconference, 26 novembre 2020
Le Directeur Général de l'OIV
Secrétaire de l'Assemblée Générale
Pau ROCA

© OIV 2020

raisins contre le développement des champignons (PIc2).

- Des pratiques viticoles capables de favoriser l'aération au niveau du fruit et de réduire les risques d'infections fongiques (par exemple l'effeuillage, la nutrition azotée, etc.) devraient être réalisées, en particulier dans le cas de variétés présentant des grappes très compactes (PIa, PIb).
- Le moment de la récolte devrait être choisi avec précision afin d'obtenir des moûts présentant une acidité et une teneur en sucres adéquates permettant à la fois le bon achèvement des fermentations et la satisfaction des attentes sensorielles (PIb, PId1).
- En particulier pour certaines variétés de raisin et sous climat chaud, la récolte et la transformation d'une portion de la production avant maturité permet l'obtention d'un vin plus acide qui s'avère utile pour augmenter l'acidité du vin obtenu de la fraction restante récoltée à pleine maturité (« double récolte »). Une alternative possible consiste à utiliser une combinaison de diverses variétés de raisin à différents stades de maturité. À cet effet, il est nécessaire de procéder à un suivi des paramètres chimiques liés à la maturité technologique (matières solides solubles, acidité totale, acide malique, acide tartrique, potassium et pH) (PId1)
- La récolte devrait être sélective afin de vinifier séparément les grappes endommagées par des champignons de manière à limiter les enzymes oxydases et les micro-organismes d'altération (PIa, PIb).
- En cas de récolte mécanique, s'assurer que l'intégrité des raisins est préservée autant que possible. Lorsqu'elle est envisageable, la récolte manuelle permet de limiter les dommages mécaniques sur les raisins (PIb).
- Pour éviter leur écrasement et la prolifération microbienne, favorisée par la libération de jus, les raisins sains et entiers devraient être transportés dans des conteneurs propres et bien aérés de manière à éviter un niveau élevé d'humidité et la prolifération de moisissures. En revanche, si les raisins sont abîmés, il est préférable de les vinifier séparément en utilisant des conteneurs inertés afin de limiter l'oxydation du moût et la prolifération de micro-organismes aérobies (PIa, PIb).

Exemplaire certifié conforme Paris videoconference, 26 novembre 2020
Le Directeur Général de l'OIV
Secrétaire de l'Assemblée Générale
Pau ROCA

© OIV 2020

C. RAISINS ET MOÛTS

- Les moûts obtenus à partir de raisins altérés du point de vue microbiologique devraient être traités séparément, de la réception de la vendange à son traitement à la cave, ces derniers exigeant une protection plus importante du SO_2 et donc l'emploi de doses plus élevées (PIa, PIb).
- Toutes les opérations préfermentaires devraient être réalisées dans les plus courts délais de manière à limiter l'exposition à l'oxygène (PIc), sauf dans les cas où l'hyperoxygénation du moût, suivie de la clarification, est employée en tant que pratique pour éliminer les composés oxydables avant la vinification.
- Les opérations préfermentaires d'égrappage, de foulage et de pressurage (ou leurs combinaisons) devraient être réalisées aussi délicatement que possible afin de limiter l'extraction des cations potassium et donc de préserver l'acidité du moût (PId1) et de réduire l'extraction des enzymes oxydases (PIa).
- Il convient le cas échéant de pratiquer une acidification des moûts. L'acidification devait être réalisée le plus tôt possible (PId).
- L'addition de SO_2 avant la fermentation alcoolique devrait être limitée autant que possible et adaptée au pH des moûts afin d'éviter qu'il ne se combine avec des composés carbonylés, l'acétaldéhyde principalement, produits au cours de la fermentation alcoolique (PId2).
- Une inoculation précoce de micro-organismes sélectionnés (levures et/ou bactéries), même lors de l'étape de pré-fermentation, pourrait s'avérer utile pour prévenir le développement de la flore microbienne indigène non désirée.
- Pour la vinification en blanc ou en rosé en particulier :
- Une protection antioxydante devrait être assurée pendant ou juste après le pressurage. L'addition de SO_2 à la masse devrait être parfaitement homogène (PIc).
- L'ajout d'antioxydants (tels que l'acide ascorbique, les levures inactivées riches en glutathion et les tanins) et d'antimicrobiens (tels que le lysozyme et le chitosane) complémentant l'action du SO_2 peut être envisagée (PIb, PIc).
- Le cas échéant, l'addition d'acide ascorbique doit suivre l'addition de SO_2 (PIc2).

Exemplaire certifié conforme Paris videoconference, 26 novembre 2020
Le Directeur Général de l'OIV
Secrétaire de l'Assemblée Générale
Pau ROCA

© OIV 2020

- Un gaz inerte peut être utilisé lors des phases les plus critiques en termes d'oxydation, telles que le transfert après l'égrappage et/ou le foulage, le pressurage et la clarification du moût (c.-à-d. débourbage statique avec ou sans ajout d'enzymes ou d'auxiliaires, flottation, filtration ou centrifugation) (PIc).
- La température des moûts en phase préfermentaire doit être contrôlée de manière à être compatible d'une part avec le procédé de clarification choisi et d'autre part avec la limitation du risque de développement d'une flore microbienne spontanée qui entraverait le processus de clarification. Même si les basses températures ralentissent les processus d'oxydation, leur effet sur l'augmentation de la solubilité de l'oxygène devrait être pris en compte. À titre indicatif, on peut recommander une température d'environ 15 °C en flottation, de moins de 10 °C en clarification statique, de 20 °C en filtration ou centrifugation si les moûts sont traités en continu après leur production, et d'autant plus basse que le délai entre le pressurage et le traitement sera long (PIc).

D. Fermentation alcoolique (FA)

- - Il est conseillé de procéder à une inoculation de levain ; il convient de choisir des levures présentant une bonne activité fermentaire, une forte dominance et faiblement productrices de SO2, de H2S, de substances se liant au SO2 et d'acétaldéhyde. Les levures doivent être stockées de manière appropriée. La préparation des levains à partir de levures sèches actives ou sous d'autres formes doit être réalisée selon les instructions du fabricant conduisant à l'obtention d'une population initiale suffisante permettant de garantir un démarrage rapide de la FA (environ 1-2 × 106 UFC/mL) (PIb, PId, PIe).
- - La co-inoculation de levains et de bactéries lactiques sélectionnés peut favoriser la réduction du temps de latence entre la fin de la fermentation alcoolique et le démarrage de la fermentation malolactique, et réduire le développement de bactéries indésirables et de Brettanomyces spp. (résolution OIV-OENO 462-2014) (Plb). En cas de co-inoculation, éviter l'addition de SO2 dans le moût. L'addition de SO2 au cours de la FA doit être évitée. Il n'existe aucun besoin en SO2 en cours de FA si elle se déroule rapidement, la dissolution de l'oxygène étant limitée et la population microbienne étant dominée par les levures fermentaires, ce qui implique un risque très faible de développement microbien indésirable. Le SO2 additionné à ce stade se combinerait avec des composés carbonylés, augmentant

Exemplaire certifié conforme Paris videoconference, 26 novembre 2020
Le Directeur Général de l'OIV
Secrétaire de l'Assemblée Générale
Pau ROCA
© OIV 2020

ainsi inutilement le SO2 total, à quantités égales de SO2 libre présent (PId2).

- Par ailleurs, le SO2 ajouté en cours de FA est directement métabolisé par les levures fermentaires avec un risque avéré de production de composés responsables de défauts de réduction (H2S).
- Des pratiques œnologiques destinées à garantir un déroulement correct et régulier de la FA et une réduction de la production de composés carbonylés (notamment addition de thiamine, supplémentation en nutriments azotés et facteurs de croissance, utilisation d'écorces de levures pour détoxifier la matrice, si nécessaire) ainsi qu'une maîtrise de la température devraient être mises en œuvre (PIb, PId2). L'azote peut être additionné sous forme minérale ou organique (à partir d'autolysats de levures ou de levures inactivées).
- La cinétique de fermentation devrait être contrôlée quotidiennement afin de veiller au déroulement correct et régulier de la FA. Les arrêts de fermentation ou les fermentations languissantes devraient être détectés le plus tôt possible. Il est conseillé d'utiliser des systèmes automatisés de contrôle de la température (PIb, PId2).
- En cas d'arrêt de fermentation ou de fermentation languissante, des pratiques œnologiques visant à une reprise de la fermentation alcoolique doivent être appliquées le plus tôt possible. Une addition adéquate de SO_2 est recommandée afin d'inhiber le développement bactérien avant la reprise de la FA. Il est conseillé de détoxifier la matrice (élimination des acides gras) grâce à l'utilisation d'écorces de levure. L'acidité volatile devrait être surveillée (PIb, PId2).
- L'épuisement complet des sucres fermentescibles est conseillé pour les vins secs (teneur en sucres réducteurs < 2 g/L) (PIb).

E. POST FERMENTATION ALCOOLIQUE ET FERMENTATION MALOLACTIQUE

- Dans la vinification en blanc et en rosé, les soutirages devraient être réalisés en protégeant le vin de l'air. La cuve de réception ainsi que les canalisations et les raccords devraient être inertés par du dioxyde de carbone, de l'azote ou de l'argon (ou un mélange de ces derniers) avant l'introduction du vin (PIc2).
- Dans la vinification en rouge, un pressurage doux du marc permet de réduire

Exemplaire certifié conforme Paris videoconference, 26 novembre 2020
Le Directeur Général de l'OIV
Secrétaire de l'Assemblée Générale
Pau ROCA

© OIV 2020

l'extraction des cations potassium puis de limiter l'augmentation du pH (PId1).

- En cas de réalisation de fermentation malolactique, son déclenchement devrait être rapide. La co-inoculation de levures et de bactéries lactiques ou l'inoculation précoce de bactéries sélectionnées avant ou juste après l'inoculation des levures pourraient être considérées utile afin de réduire le temps de latence entre la fermentation alcoolique et la fermentation malolactique si les conditions sont adéquates (PIb). Les cultures starters de bactéries devraient être préparées conformément aux indications du fournisseur (PIb).
- Veiller à maîtriser tous les paramètres critiques pour le bon déroulement de la fermentation malolactique (pH, nutriments, température) et à surveiller l'acidité volatile, l'acide lactique et l'acide malique jusqu'à son achèvement (Plb).
- Pour éviter le développement de la fermentation malolactique, il peut être envisagé d'additionner un agent antimicrobien comme le chitosane complémentant l'action du SO_2 (Plb).
- Il convient de surveiller la concentration en SO_2 moléculaire à partir de la fin de la fermentation alcoolique afin de garantir une protection efficace du vin (PIf).

F. STABILISATION

- En fin de fermentation alcoolique (ou de fermentation malolactique, le cas échéant), le vin devrait être sulfité. Il est conseillé de doser l'acétaldéhyde libre. La dose de SO2 doit donc être déterminée en fonction du pH, du titre alcoométrique et de la température, de manière à garantir une protection antioxydante et antimicrobienne (PIb, PIc2).
- Pour assurer une protection efficace du vin, il s'avère très utile de surveiller, à partir de la fin de la fermentation alcoolique, la quantité de SO2 total et de SO2 libre et de calculer la concentration en SO2 moléculaire (PIf).

Traitements physiques

- Après la fermentation alcoolique, ou la fermentation malolactique le cas échéant, il est recommandé d'opérer à une stabilisation microbiologique du vin par procédés physiques (c.-à-d. filtration stérile sur membrane et/ou pasteurisation)

Exemplaire certifié conforme Paris videoconference, 26 novembre 2020
Le Directeur Général de l'OIV
Secrétaire de l'Assemblée Générale
Pau ROCA

© OIV 2020

et/ou chimiques (action du SO2 éventuellement renforcée par d'autres additifs chimiques antimicrobiens admis dans le vin, comme le chitosane). Parmi ces solutions techniques possibles, l'utilisation de la microfiltration tangentielle associée au traitement du perméat semble être particulièrement appropriée. Veiller à éviter les recontaminations postérieures (PIb).

- Les phases initiales et finales des différentes pratiques de stabilisation, telles que filtrations, microfiltrations, passages sur membrane et mise en bouteilles, sont les plus enclines à entraîner une introduction d'oxygène dans le vin ; le volume du lot traité s'avère donc primordial et devrait être maximisé. Privilégier les processus continus dans la mesure du possible (PIc2).
- L'utilisation d'un gaz inerte est conseillée pour l'ensemble des processus visés au point précédent. S'il n'est pas possible d'utiliser un gaz inerte pour toute la durée du processus, considérer que les points les plus critiques sont les suivants : les phases initiale et finale du processus, l'inertage des équipements vides (par ex. filtres et tuyaux), l'inertage des cuves d'alimentation et de réception. Prendre en compte que différents types de filtres peuvent entraîner des enrichissements du vin en oxygène différents ; il convient donc de prêter attention à cette caractéristique lors du choix de la filtration (PIc2).
- Les systèmes Venturi utilisés pour l'addition d'agents de clarification au vin et leur homogénéisation peuvent entraîner une solubilisation excessive de l'oxygène dans le vin (PIc2).
- La stabilisation tartrique à froid constitue un point extrêmement critique, une grande quantité d'oxygène pouvant être solubilisée du fait des basses températures. Cela est davantage le cas pour la stabilisation en mode statique que pour les systèmes dynamiques. Un gaz inerte devrait être utilisé, en étant particulièrement attentif à l'inertage des équipements vides (système de filtration compris) avant l'introduction du vin. La protection du vin par le SO_2, même à faibles doses, est également conseillée à cette étape (PIc2). Des techniques de stabilisation alternatives telles que des traitements physiques (résines échangeuses de cations, électrodialyses) ou des additions de produits (carboxyméthylcellulose, polyaspartate de potassium, mannoprotéines ou acide métatartrique) doivent être envisagées, en fonction du profil du vin et des contraintes existantes (production biologique par exemple).

Exemplaire certifié conforme Paris videoconference, 26 novembre 2020
Le Directeur Général de l'OIV
Secrétaire de l'Assemblée Générale
Pau ROCA

© OIV 2020

G. CONSERVATION ET ÉLEVAGE

- Les cuves dans lesquelles le vin va être transféré devraient être inertées et remplies par le bas pour limiter les entrées d'air (PIc2).
- Mettre en place un plan de contrôle régulier des vins basé à la fois sur des critères analytiques standards (pH, titre alcoométrique, acidité titrable, acidité volatile, SO2 libre et total) et sur des critères microbiologiques (présence et niveaux des microorganismes contaminants et des produits de leur métabolisme).
- Les conteneurs (cuves, fûts) devraient être maintenus pleins en permanence (sans espace de tête). Pour compléter le volume, il convient d'utiliser un vin stable du point de vue microbiologique afin d'éviter la contamination microbiologique d'un volume plus grand. Si la présence d'un espace de tête est inévitable pour une courte durée, utiliser un gaz inerte (PIb, PIc2).
- En cas de développement de levures à la surface du vin, tenir compte qu'elles produisent des quantités élevées d'acétaldéhyde qui se lient au SO_2 de manière stable. Pour cette raison, il est inutile d'essayer de supprimer ces levures en ajoutant du SO_2 car la plupart y sont extrêmement tolérantes. Avant de rétablir une teneur en SO_2 libre permettant la protection du vin, retirer la couche de levures par filtration et compléter le volume du conteneur (Plb, Plc2, Pld2, Plf).
- Lors de la conservation ou de l'élevage du vin, maintenir une température constante (à titre indicatif : 13-18 °C). Une température trop basse augmente la solubilité de l'oxygène, tandis qu'une température trop élevée favorise les réactions d'oxydation et la prolifération microbienne (PIb, PIc2).
- L'élevage sur lies de levures et de bactéries pourrait constituer une pratique utile pour renforcer l'efficacité antioxydante du SO_2. Cela peut être dû à la consommation d'oxygène lors de l'oxydation des lipides, la liaison avec des composés carbonylés et la libération de composés réducteurs. Cependant, il convient de surveiller de près l'acidité volatile et la charge microbienne, de même que le SO_2 (libre, combiné et moléculaire), les produits de l'autolyse des levures pouvant favoriser la prolifération de microorganisme d'altération (bactéries acétiques et lactiques, *Brettanomyces* spp.). L'efficacité protectrice du SO_2 devrait être garantie pendant toute sa durée (PIc2).
- En complément de l'action du SO_2, il est possible d'envisager l'ajout d'agents

Exemplaire certifié conforme Paris videoconference, 26 novembre 2020
Le Directeur Général de l'OIV
Secrétaire de l'Assemblée Générale
Pau ROCA

© OIV 2020

antioxydants (comme les tanins et les levures inactivées riches en glutathion) et antimicrobiens (comme le lysozyme et le chitosane en cas de contamination par *Brettanomyces* spp.) (PIb, PIc).

- Maîtriser l'humidité, la température et la ventilation de la cave afin d'éviter une perte excessive de vin par évaporation des fûts et la formation d'un espace de tête (PIc2).
- Tenir compte qu'il existe des différences en termes de perméabilité à l'oxygène entre les bois issus de différentes essences ainsi qu'entre fûts neufs et fûts usagés ; il convient donc de faire des choix en fonction des caractéristiques du vin (c.-à-d. teneur en polyphénols, exigences de stabilisation de la couleur, niveau d'astringence) (PIc2).
- Au cours de l'élevage sous bois, il convient de limiter la pénétration d'air via le trou de bonde, lors de l'ouverture pour l'ouillage et la dégustation. S'assurer de l'absence de fissures dans le bois (PIc2).
- Tenir compte du fait qu'il est relativement difficile d'obtenir une désinfection parfaite des vieux fûts, en particulier en ce qui concerne les contaminations par *Brettanomyces* spp. Le grattage et le brûlage permettent d'éliminer la couche de bois la plus contaminée, renforçant ainsi l'efficacité de la désinfection. Utiliser des techniques et des matériels qui sont efficaces au niveau des couches profondes du bois. Les cristaux de bitartrate de potassium doivent être éliminés avant la désinfection PIb).
- Prendre en compte que le SO_2 gazeux utilisé pour la désinfection des conteneurs en bois est à même de passer dans le vin au moment de l'entonnage, enrichissant le vin en SO_2 (PIe).

H. CONDITIONNEMENT

- La ligne de conditionnement doit être entièrement désinfectée, y compris les bouteilles et les locaux où se déroulent les opérations, et cela afin d'éviter toute recontamination du vin. Lors de la conception du processus, privilégier les solutions économes en énergie et ressources. Le cas échéant, le gaz inerte utilisé doit être microfiltré, ainsi que l'eau de lavage des bouteilles (PIb).
- La température de conditionnement doit être maintenue à environ 15-20 °C

Exemplaire certifié conforme Paris videoconference, 26 novembre 2020
Le Directeur Général de l'OIV
Secrétaire de l'Assemblée Générale
Pau ROCA

© OIV 2020

(PIc2).

- Le vin à conditionner doit être stabilisé du point de vue microbiologique. Un contrôle microbiologique doit être mis en œuvre préalablement, puis de manière aléatoire sur le vin conditionné (PIb).
- Les méthodes physiques, telles que la filtration stérile et, dans certains cas, la pasteurisation, garantissent une réduction de la charge microbienne du vin et pourraient permettre l'utilisation de plus faibles doses de SO2 (PIb).
- Dans les vins qui contiennent des sucres fermentescibles, l'utilisation de produits complémentaires à l'action antimicrobienne du SO2 (comme l'acide sorbique et le dicarbonate de diméthyle par exemple) peut être envisagée (PIb).
- Lors du conditionnement, si le vin contient une quantité élevée d'oxygène dissous (> 0,5 mg/L), il devrait être préalablement désoxygéné de manière appropriée (PIc2, PIb).
- Les systèmes d'obturation devraient être conservés dans leur emballage original, hermétiquement fermé, et dans un endroit frais et sec (PIb).
- Étant donné que la liaison entre le SO2 et les molécules du vin n'est pas un phénomène instantané, la concentration en en SO2 libre devrait être contrôlée quelques jours après son ajout afin de s'assurer qu'elle correspond à la concentration désirée pour l'obtention des conditions de stabilisation. Procéder à une addition supplémentaire le cas échéant (PIf).
- L'addition de SO2 devrait prendre en compte les pertes dues au phénomène d'oxydation (quantité d'O2 dissous) et la durée de conservation prévue du vin (PIf).
- L'acide ascorbique peut renforcer l'activité antioxydante du SO2, mais son addition devrait être soigneusement évaluée en prenant en compte la perte de SO2 survenant au cours de la durée de conservation prévue du vin. La protection antioxydante du SO2 doit être garantie jusqu'au moment où il est attendu que le vin soit consommé. L'addition d'acide ascorbique ne doit avoir lieu qu'après l'addition de SO2 (Plb, PIc2).
- Il convient de procéder à l'inertage de la ligne de conditionnement ainsi que des conteneurs (si possible et nécessaire), en prêtant une attention particulière en début de processus de conditionnement et lors des phases terminales (Plb, PIc2).
- S'assurer que le volume de remplissage est correctement régulé, également en

Exemplaire certifié conforme Paris videoconference, 26 novembre 2020
Le Directeur Général de l'OIV
Secrétaire de l'Assemblée Générale
Pau ROCA

© OIV 2020

fonction de la température (PIc2).

- S’assurer que l’espace de tête est correctement inerté après le remplissage (Plb, PIc2).
- Une bonne pratique consiste à mesurer l’oxygène total au conditionnement (TPO) de manière aléatoire au cours des diverses phases du conditionnement au moyen d’une méthode optique non destructive. La même méthode pourrait être utilisée pour surveiller l’oxygène dissous tout au long de la ligne de conditionnement. Tenir compte des valeurs de référence à ne pas dépasser dans le vin après le conditionnement (< 0,5 mg/L par exemple). Pour cela, introduire dans la ligne de conditionnement des conteneurs équivalents permettant de procéder à des mesures (transparents et équipés de capteurs) (PIc2).
- Éviter l’utilisation de bouteilles en verre incolore ou de conteneurs en plastique transparent, ce dernier matériau étant perméable à l’oxygène. Il est conseillé d'utiliser des bouteilles en verre vert ou brun (PIc2).
- S’assurer que l’homogénéité du diamètre des cols est certifiée par le fabricant des bouteilles, les écarts par rapport au diamètre nominal pouvant causer une entrée d’oxygène incontrôlée (Plc2).
- Choisir des dispositifs d’obturation en prenant en compte leur perméabilité à l'oxygène en fonction des caractéristiques de la composition du vin, de manière à éviter l'oxydation. En cas d’utilisation de bouchons en liège ou en plastique, choisir des produits possédant un court temps de récupération élastique après la compression. Pour les vins particulièrement sensibles à l’oxydation, l’utilisation de bouchons à vis pourrait être recommandée (PIc2).

I. TRANSPORT, STOCKAGE ET DISTRIBUTION

- Éviter les températures élevées et l’exposition à la lumière directe au cours du transport et du stockage. Pour le stockage des vins en bouteille, une température comprise entre 15 et 20 °C et une humidité maximale de 70 % sont recommandées (PIb, PIc2).
- Il est recommandé d’utiliser des conteneurs à isolation thermique et de privilégier les saisons de l’année les plus fraîches pour le transport du vin, en particulier en cas de transport intercontinental (PIc2). Prévoir l’utilisation de dispositifs qui

Exemplaire certifié conforme Paris videoconference, 26 novembre 2020
Le Directeur Général de l'OIV
Secrétaire de l'Assemblée Générale
Pau ROCA

© OIV 2020

permettent de mesurer et d'enregistrer la température et l'humidité pendant le transport.

- Informer le distributeur final du vin sur la manière appropriée de le conserver et de le distribuer compte tenu de sa faible teneur en SO_2 (Plc2).

Remarque : Prendre également en compte le « Guide OIV des bonnes pratiques pour le transport du vin en vrac » pour cette section.

BIBLIOGRAPHIE

1. Capece, A., Pietrafesa, R., Siesto, G., et Romano, P., « Biotechnological Approach Based on Selected Saccharomyces cerevisiae Starters for Reducing the Use of Sulfur Dioxide in Wine », *Microorganisms*, vol. *8*(5), 2020, p. 738.
2. Danilewicz, J. C., « Interaction of sulfur dioxide, polyphenols, and oxygen in a wine-model system: Central role of iron and copper », *American Journal of Enology and Viticulture*, vol. *58*(1), 2007, pp. 53-60.
3. Danilewicz, J. C., Seccombe, J. T., et Whelan, J., « Mechanism of interaction of polyphenols, oxygen, and sulfur dioxide in model wine and wine », *American Journal of Enology and Viticulture*, vol. *59*(2), 2008, pp. 128-136.
4. Du Toit, W. J., Marais, J., Pretorius, I. S., et Du Toit, M., « Oxygen in must and wine: A review », *South African Journal of Enology and Viticulture*, vol. *27*(1), 2006, pp.76-94.
5. Lisanti, M. T., Blaiotta, G., Nioi, C., et Moio, L., « Alternative Methods to SO_2 for Microbiological Stabilization of Wine », *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, vol. *18*(2), 2019, pp. 455-479.
6. Papazian, R., *Sulfites, safe for most, dangerous for some*, Department of Health and Human Services, Public Health Service, Food and Drug Administration, 1996.
7. Ribéreau-Gayon, P., Dubourdieu, D., Doneche, B., et Lonvaud, A., *Handbook of Enology*: *The Microbiology of Wine and Vinifications (Vol. 1)*, Chichester, Angleterre, John Wiley & Sons Ltd, 2006.
8. Suzzi, G., Romano, P., et Zambonelli, C., « Saccharomyces strain selection in minimizing SO_2 requirement during vinification », *American Journal of Enology and Viticulture*, vol. *36*(3), 1985, pp. 199-202.

Exemplaire certifié conforme Paris videoconference, 26 novembre 2020
Le Directeur Général de l'OIV
Secrétaire de l'Assemblée Générale
Pau ROCA

© OIV 2020

9. Thomas, D., et Surdin-Kerjan, Y., « Metabolism of sulfur amino acids in *Saccharomyces cerevisiae* », *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, vol. *61*(4), 1997, pp. 503-532.

10. Vally, H., et Thompson, P., « Allergic and asthmatic reactions to alcoholic drinks », *Addiction biology*, vol. *8*(1), 2003, pp. 3-11.

11. Waterhouse, A. L., Sacks, G. L., et Jeffery, D. W., *Understanding wine chemistry*, John Wiley & Sons, 2016.

12. Waterhouse, A. L., et Laurie, V. F., « Oxidation of wine phenolics: A critical evaluation and hypotheses », *American Journal of Enology and Viticulture*, vol. *57*(3), 2006, pp. 306-313.

13. Wells, A., et Osborne, J. P., « Production of SO_2 binding compounds and SO_2 by *Saccharomyces* during alcoholic fermentation and the impact on malolactic fermentation », *South African Journal of Enology and Viticulture*, vol. *32*(2), 2011, pp. 267-279.

Exemplaire certifié conforme Paris videoconference, 26 novembre 2020
Le Directeur Général de l'OIV
Secrétaire de l'Assemblée Générale
Pau ROCA

© OIV 2020