

Les UV-C : une alternative à la stabilisation microbiologique des moûts et des vins

François DAVAUX¹, Sophie NICOLAS², Claude OUBART³

¹Institut Français de la Vigne et du Vin – Pôle Sud-Ouest, V'innopôle, BP22, 81310 LISLE SUR TARN – France

²Sté Claude Nicolas, RN20, 82370 Campsas, - France

³Cave coopérative de Labastide de Lévis, 81150 Labastide de Lévis - France

Email: francois.davaux@vignevin.com

Résumé : Le SO₂, permet de maintenir la qualité du vin tout au long de la vinification et de l'élevage en le protégeant contre les risques d'oxydations et contre tout développement microbien. Face à la pression sociétale qui demande à diminuer les doses de SO₂, cela entraîne d'importants risques de contamination microbienne. Pour limiter les risques de développements microbiens, une nouvelle technologie de stérilisation à froid des liquides troubles et colorés commence à se développer. Ce procédé physique fait appel à un rayonnement UV-C à 254 nm qui détruit l'ADN des levures et des bactéries entraînant leur mort ou annihilant toutes leurs fonctions reproductrices avec mort des micro-organismes à terme. Cette technologie permet la stérilisation des moûts et des vins sans modification des caractéristiques physico-chimiques du produit pour un coût de fonctionnement limité. Les essais réalisés depuis 2009 montrent la très bonne efficacité du rayonnement UV-C pour détruire l'ensemble des micro-organismes (-2 à -6 Log) du moût et du vin (Saccharomyces Cerevisiae, Brettanomyces, bactéries lactiques et acétiques, ...).

Mots-Clés : Ultra-violet, stérilisation, SO₂, microorganismes, levures, Brettanomyces, bactérie lactique, bactérie acétique

Introduction

Le SO₂ est utilisé tout au long de la chaîne d'élaboration des vins et l'optimisation de son utilisation est un point important pour limiter son utilisation à la juste dose tout en préservant la qualité finale des vins. Pour cela de nouvelles technologies de désinfection à froid des liquides colorés et turbides commencent à se développer dans l'industrie agro-alimentaire (Forney, 2004). Ces nouveaux procédés physiques font appel au rayonnement UV-C et sont facilement transposables à l'œnologie. Cette technique présente l'avantage de détruire les micro-organismes sans modifier les caractéristiques physico-chimiques des vins ou altérer leurs caractéristiques organoleptiques.

De par son pouvoir germicide, le rayonnement UV-C (254 nm) détruit les micro-organismes tels que les bactéries, les levures et les champignons (Matak, 2004) en quelques secondes sans utilisation de produits chimiques. Ce procédé est utilisé depuis de nombreuses années dans l'industrie agro-alimentaire pour stériliser l'eau (Hijnen, 2006) et les surfaces qui entrent en contact avec les aliments, comme le matériel de remplissage des produits laitiers et des boissons, les tapis roulants, les conteneurs de transport et les surfaces de travail, ou la désinfection des emballages alimentaires avant conditionnement. L'utilisation de produits chimiques agressifs peut ainsi être minimisée, voire supprimée, ce qui réduit les coûts de fonctionnement ainsi que les volumes d'effluents, tout en assurant une désinfection totale. Une nouvelle technologie de stérilisation à froid des moûts et des vins par rayonnement UV-C vient d'être mise au point à l'université de Stellenbosch en Afrique du Sud (Keyser, 2008). Le principe consiste à exposer le vin ou le moût au rayonnement UV-C (254 nm) pour détruire les levures et les bactéries (Fredericks 2011).

La principale innovation des chercheurs Sud Africains est de permettre l'exposition aux UV-C de l'intégralité du vin, par un système passif de mise en turbulence (>7500 Re) des liquides, conçus spécifiquement pour s'affranchir de la faible pénétration du rayonnement UV-C dans les milieux colorés et/ou turbides.

Cette technologie est autorisée depuis plusieurs années au Canada pour éliminer les micro-organismes dans le cidre et les jus de pomme (Murakami, 2006), aux Etats Unis pour la même application sur les jus de fruits (Koutchma, 2007), et depuis Juillet 2010 sur le vin en Afrique du Sud.

Matériels et méthodes

Les UV-C sont générés par une lampe à basse pression de mercure qui émet une radiation centrée 253,7 nm. Le tube générateur d'UV-C

est inséré au centre d'un tube corrugué en inox qui assure la mise en turbulence du vin autour de la lampe UV-C. Ce tube n'est pas en contact direct du vin, il est protégé par une gaine en quartz. La turbulence est générée entre le tube inox et la gaine Quartz lors de la circulation du vin. Ce système élémentaire de stérilisation dénommé « Turbulateur » (Fig. 1,2,3), permet une conception modulaire des stérilisateurs UV. Pour augmenter la puissance de stérilisation, il suffit de mettre les « Turbulateurs » en série et pour augmenter le débit, de mettre les stérilisateurs en parallèle. L'efficacité optimale de la turbulence générée par le tube corrugué est calculée pour un débit de 4000 L h⁻¹. Les lampes UV-C ayant un rendement optimal à 42°C, les tubes UV-C sont régulés en température par circulation d'air frais entre la lampe UV et la gaine Quartz. Une pompe de circulation pilotée par l'unité de stérilisation, permet de faire varier le débit du vin, et par conséquent la quantité d'énergie appliquée aux micro-organismes. Cela permet d'adapter facilement la quantité d'énergie à appliquer aux caractéristiques du vin (turbidité, couleur et charge en micro-organisme).

Les essais sont réalisés avec une unité de stérilisation industrielle « SP40 » composée de 40 « turbulateurs » (Fig. 3 et 4) montés en série. Le débit nominal est de 4000 L h⁻¹. La quantité d'énergie transmise au vin peut être ajustée en faisant varier le débit ou en réalisant plusieurs passages dans le stérilisateur. Les moûts et vins mis en œuvre pour ces essais sont naturellement « contaminés » par les différents micro-organismes testés. Aucun ensemencement n'est mis en œuvre. Différents niveaux d'énergie sont testés en fonction de la couleur, de la turbidité et de la charge microbienne des moûts et des vins. En fonction du niveau d'énergie voulu nous jouerons soit sur le débit de la pompe soit en passant plusieurs fois le vin dans le stérilisateur UV-C.

Résultats / Discussion

Traitement sur moût : Les moûts mis en œuvre sont issus de différentes caves de Midi-Pyrénées et présentent des niveaux de clarification variables. L'efficacité du rayonnement UV-C est évaluée dans des conditions proches d'une utilisation industrielle. La population initiale en levures totales est comprise entre 7,5x10⁷ et 3,8x10⁸ ufc mL⁻¹ (Fig. 5). En fonction de la turbidité du moût, il est nécessaire d'appliquer entre 887 et 2662 J L⁻¹ pour faire chuter la population en levures indigènes de 1 log. Les moûts les plus turbides, étant les plus difficiles à stériliser. En fonction de la population initiale, de la turbidité et de l'intensité du traitement, la population en levures totales a pu être diminuée de 1,5 à 3 log. Le niveau de turbidité est le principal facteur limitant l'efficacité du traitement.

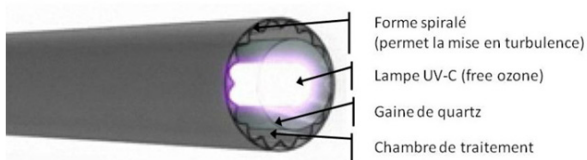


Figure n°1 : Turbulateur : schéma d'intégration

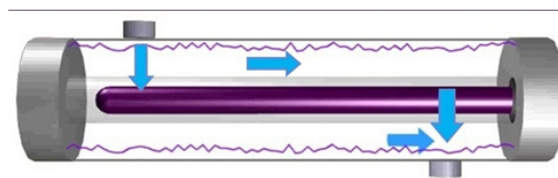


Figure n°2 : Turbulateur : schéma de circulation du vin



Figure n°3 : vue de profil des « Turbulateur » du Stérilisateur UV - SP40



Figure n°4 : stérilisateur UV SP40 « Turbulateur » vue de face

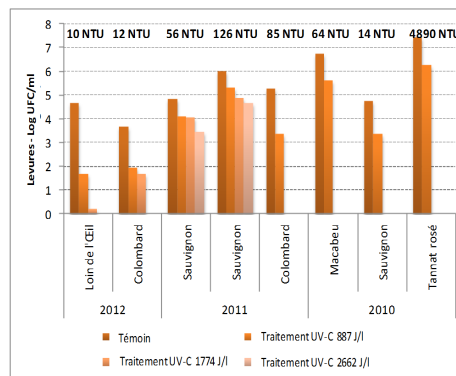


Figure n°5 : Comptage microbiologique réalisé sur moût naturellement contaminé après différents niveaux d'exposition aux UV-C (J L⁻¹)

Le traitement des moûts aux UV-C a permis de différer le départ en FA spontanée des moûts de 18h à 44h par rapport au Témoin à température ambiante et sans aucun apport de SO₂.

Traitement sur vin : Fin fermentation alcoolique, un vin de Sauvignon blanc et un vin de Duras (rouge) sont traités aux UV-C. Sur Sauvignon blanc, les populations initiales sont respectivement pour les levures totales, bactéries lactiques et acétiques de 6,9 ; 3,4 et 3,5 log₁₀ ufc mL⁻¹ (Fig. 7). Les levures viables sont détruites de façon linéaire à raison de 1,02 log₁₀ pour 1 000 J L⁻¹ d'UV-C et ce jusqu'à 10 ufc mL⁻¹. La destruction des bactéries lactiques et acétiques est quasi-totale dès 1 419 J L⁻¹.

Sur Duras (rouge), les populations initiales *S. cerevisiae*, bactéries lactiques et acétiques sont respectivement de 3,18x10⁷, 9,2x10² et 6,4x10² ufc mL⁻¹ (Fig. 7). La forte turbidité ne permet d'obtenir qu'une diminution de la population levurienne de seulement 2,8 log₁₀ malgré une dose d'UV-C de 10 000 J L⁻¹. A la même dose d'UV-C, les populations de bactéries lactiques et acétiques sont réduites de seulement 1 log₁₀.

Sur vin fin FA, on observe également un effet de la turbidité et de la couleur. Ces 2 paramètres pouvant agir éventuellement en synergie.

La stérilisation aux UV-C d'un vin blanc de Loir de l'œil et d'un rosé de Duras juste avant filtration finale (turbidité < 1 NTU) et mise en bouteilles, est destinée à une mise en bouteille pauvre en germes, sans avoir recours à une filtration trop serrée (Fig. 8). Sur Loir de l'œil, les populations initiales de levures totales, Brettanomyces et bactéries lactiques sont respectivement de 38, 19 et 8 ufc mL⁻¹. Sur vin blanc préparé pour la mise, les différents micro-organismes sont éliminés dès le plus faible niveau d'énergie d'UV-C de 1 183 J L⁻¹. La destruction des bactéries lactiques est totale à partir de 2366 J L⁻¹.

Sur Duras rosé, les populations initiales de levures totales, Brettanomyces, bactéries lactiques et acétiques sont respectivement de 60, 36 et 82 ufc mL⁻¹. Sur vin rosé prêt à la mise, la destruction des différentes levures et bactéries est totale dès 4 732 J L⁻¹.

Ces essais montrent la bonne efficacité de la stérilisation des vins par des UV-C et plus particulièrement sur des vins pré-filtrés. Sur les vins prêts à la mise, le traitement permet d'obtenir la stérilité des vins même si la filtration finale n'est pas stérilisante. Ce système permettant d'obtenir la stérilisation en ligne, apporte une plus grande sécurité microbiologique lors de l'embouteillage, puisqu'il peut être positionné juste avant le tirage.

Influence des UV-C sur les phénomènes d'oxydation et les caractéristiques physico-chimiques des vins :

Un vin rosé riche en oxygène dissous (3,28 mg L⁻¹) est exposé à des doses croissantes d'UV-C (Fig. 9). Soumis à un traitement aux UV-C, l'oxygène dissous dans le vin diminue au fur et à mesure du traitement jusqu'à être totalement consommé pendant la durée du traitement. Parallèlement la nuance (abs420/abs520) augmente au fur et à mesure de la disparition de l'oxygène, signe d'une oxydation manifeste.

En absence d'oxygène dissous dans les vins, aucune évolution de l'absorbance à 420 nm n'est mise en évidence. Le traitement aux UV-C entraîne une augmentation de la vitesse de consommation de l'oxygène dissous en augmentant les oxydations (création de radicaux libres ?). En absence d'oxygène aucune oxydation n'est mise en évidence.

Après un traitement aux UV-C à 3 672 J L⁻¹, aucune différence significative n'est mise en évidence sur les principales caractéristiques physico-chimiques des vins (Fig. 10).

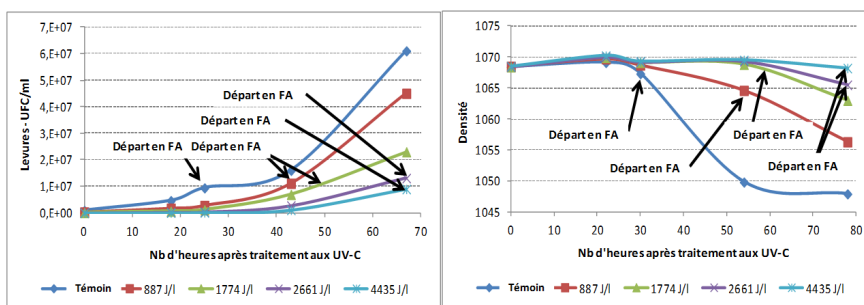


Figure n°6 : Evolution de la population microbienne et de la densité après traitement d'un moût à différents niveaux d'exposition aux UV-C

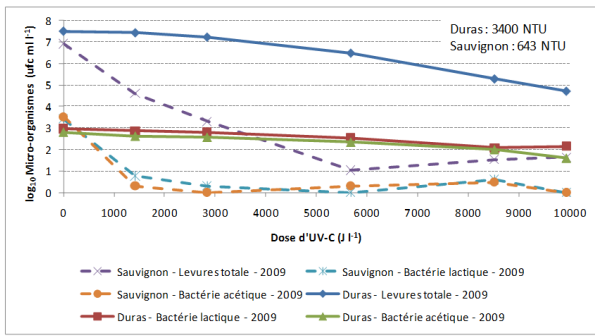


Figure n°7 : Numérations réalisées en fin fermentation alcoolique sur vin de Sauvignon blanc et Duras (rouge) après différents niveaux d'exposition aux UV-C (J.L⁻¹)

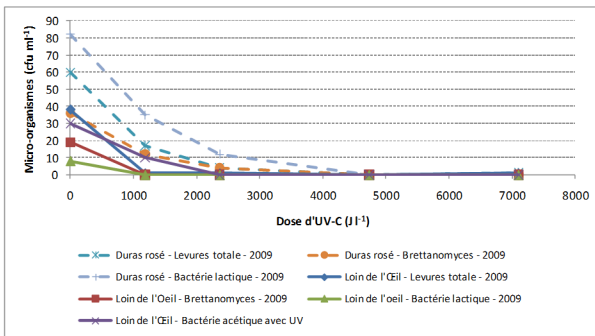


Figure n°8 : Numérations réalisées avant filtration finale de vin de Loin de l'Oeil (blanc) et de Duras (rouge) après différents niveaux d'exposition aux UV-C (J.L⁻¹)

Influence des UV-C sur les analyses organoleptiques :

A faible dose, l'utilisation des UV-C pour éliminer les micro-organismes d'un vin, n'ont aucun effet sur les caractéristiques sensorielles (Fig. 11). Des différences significatives sont mises en évidence pour les traitements à forte dose (5915 et 11 830 J L⁻¹). L'intensité aromatique élevée perçue aussi bien au nez qu'en bouche, ainsi que la PAI plus importante obtenue sur le vin traité à 5 915 J L⁻¹, sont à imputer aux modifications organoleptiques et plus particulièrement aux notes de réduit conférées par le traitement du vin aux UV-C à forte dose (11 830 J L⁻¹). Pour les faibles doses inférieures à 2000 J L⁻¹ qui correspondront aux intensités de traitement standards, on ne met en évidence aucune différence. A forte dose le rayonnement UV-C confère aux vins des notes de réduction intense comparables aux goûts de lumière que l'on peut trouver sur certains vins blancs ou effervescents exposés sans aucune protection à la lumière du jour.

Conclusions

Ces premiers essais de stérilisation à froid ont montré l'efficacité des UV-C pour détruire les principaux micro-organismes des moûts et des vins, tels que *S. Cerevisiae*, *Brettanomyces*, les bactéries lactiques et acétiques. L'efficacité des UV-C permet une diminution de la population microbienne de 2 à 6 log₁₀, en fonction des caractéristiques du produit à traiter. Ces essais, mettent en évidence l'effet de la turbidité et de la couleur sur l'efficacité du traitement UV-C. En effet ces 2 paramètres entraînent une forte absorption du rayonnement, limitant ainsi fortement sa pénétration dans le milieu et réduisant d'autant l'efficacité du traitement. Les résultats obtenus montrent l'efficacité de la turbulence générée par les « turbulateurs », permettant ainsi une bonne exposition du vin au rayonnement et une bonne efficacité du traitement. En l'absence d'oxygène dissous, les UV-C n'entraînent aucune oxydation significative du moût ou du vin. Par contre, si celui-ci en contient, les UV-C agissent comme catalyseur en accélérant sa vitesse de consommation. Les oxydations se caractérisent par l'augmentation de l'absorbance à 420 nm (léger brunissement).

Au niveau organoleptique aucune modification significative n'est mise en évidence. Pour de très forte intensité de traitement (> 2000

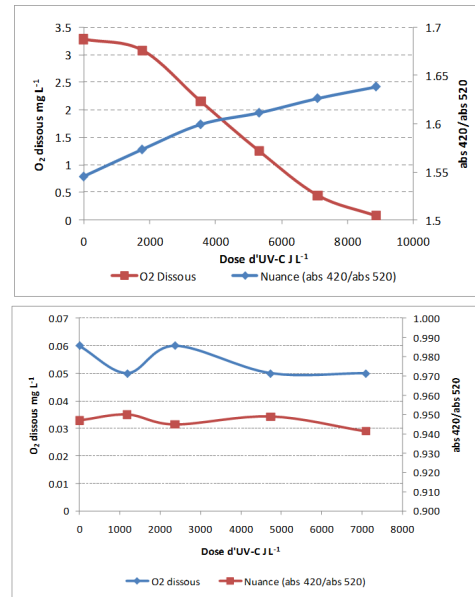


Figure n°9 : Influence des UV-C sur la consommation d'oxygène et l'oxydation d'un vin rosé de Duras et de Négrette

	Témoin	Traité 3 672 J L ⁻¹
Degré % Vol.	14.43	14.44
Sucres réducteurs g L ⁻¹	3.07	3.03
Ac. volatile g L ⁻¹	0.72	0.71
pH	4.06	4.05
AT g l ⁻¹	4.42	4.37
SO ₂ libre mg L ⁻¹	4	4
SO ₂ total mg L ⁻¹	18	16
abs 420	3.89	3.96
abs 520	5.57	5.85
IC (abs520 + abs420)	9.56	9.81
Nuance (abs420 / abs520)	0.7	0.68

Figure n°10 : Influence des UV-C sur les principales caractéristiques physico-chimiques d'un vin de Duras

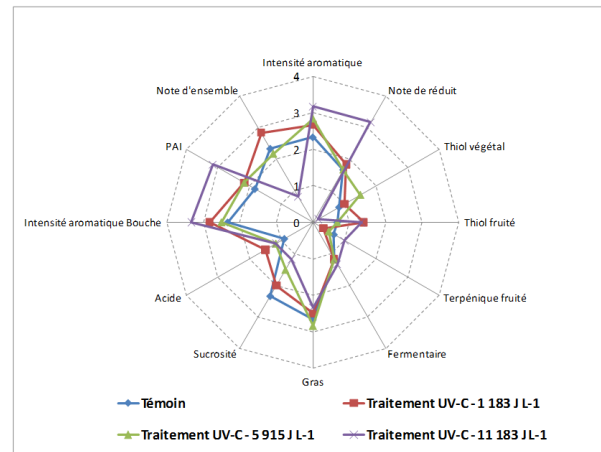


Figure N°11 : Influence de différents niveaux de traitement aux UV-C sur les caractéristiques organoleptiques d'un vin de Sauvignon blanc

J L⁻¹) sur vin blanc, on met en évidence l'apparition de gout de type réduit qu'il paraît possible d'assimiler à des « goûts de lumière ». Ce phénomène est bien connu sur les vins de champagne, il n'a pas été mis en évidence sur les vins rouges. Sur vins blancs, il faudra veiller à mieux comprendre le phénomène, notamment l'influence de l'IPT, du cépage sur l'apparition des ces « goûts de lumière ». Cette technologie d'abaissement de la population en micro-organisme à

froid par des UV-C est prometteuse. Appliquée de façon judicieuse aux différents stades critiques de l'élaboration du vin tels qu'en fin de FA ou à la mise en bouteille, cette technologie permettra de limiter les apports de SO₂ au cours de l'élaboration du vin. Cette technologie présente un intérêt certain, notamment dans le cas de négoce de moût pour éviter les départs en fermentation au cours du transport, lors que le cahier des charges impose de faibles teneurs en SO₂. Pour l'élaboration des vins doux, l'utilisation des UV-C couplés aux pratiques traditionnelles telles que le froid et le SO₂ permettra de limiter l'utilisation de ce dernier en détruisant préalablement une grande partie des levures. Le traitement des vins doux aux UV-C permettra d'améliorer de façon significative la stabilité microbiologique du vin, tout en limitant les apports de SO₂. La clarification préalable du moût ou du vin est le facteur primordial de l'efficacité du traitement. Cette technologie pouvant aller jusqu'à la stérilisation des vins clarifiés, lorsque la charge en micro/organismes est de l'ordre de 10² ufc ml⁻¹.

Références bibliographiques

Fredericks IN, Du Toit M., Kruger M., 2011, "Efficacy of ultraviolet radiation as an alternative technology to inactivate microorganisms in grape juices and wines", *Food Microbiology*, 28, 510-517.

Keyser M. et al., 2008, "Ultraviolet radiation as a non-thermal treatment for the inactivation of microorganisms in fruit juice", *Innovative food science & emerging technologies*, 9, 348-354.

Koutchma T., Parisi B., Patazca E, 2007, "Validation of UV coiled tube reactor for fresh juices", *Journal of Environmental Engineering & Science*, 6, 319-328.

Murakami E. et Al., 2006, "Factors affecting the ultraviolet inactivation of Escherichia Coli K12 in apple juice and a model system.", *Journal of Food Process Engineering*, 29, 53-71.

Hijnen W.A. Beerendonk E.F., Medema G.J., 2006, « Inactivation credit of UV radiation for viruses, bacteria and protozoan (oo)cysts in water », *Water Research.*, Jan;40(1):3-22.

Forney L.J., et al. 2004, « Juice irradiation with Taylor-Couette flow : UV inactivation of Escherichia coli », *Journal of food protection*, Vol.67,11, 2410-2415

Matak, K. E., 2004, « Effects of UV irradiation on the reduction of bacterial pathogens and chemical indicators of milk ». PhD thesis. Virginia Polytechnic Institute and State University

Ce qu'il faut retenir

Les UV-C sont une alternative pour obtenir la stabilisation microbiologique des moûts et des vins

Ils permettent de différer de 24 à 72h le départ en FA spontanée à température ambiante sans apport de SO₂

La turbidité et les fortes intensités colorantes en vin rouge limitent l'efficacité du traitement

Le traitement n'a aucun impact sur les composés aromatiques des vins

Utilisé à faible dose (< 2000 JL-1), le traitement n'a aucun effet sur les caractéristiques organoleptiques des vins

A forte dose les UV-C confèrent de fortes notes de réduction comparables aux goûts de lumière.