IVES Technical Reviews
vigne & vin

https://doi.org/10.20870/IVES-TR.2026.10500

Que mesurons-nous réellement lorsque nous mesurons la teneur en oxygène dissous dans le vin ?

Ignacio Nevares[1]✉, **Maria del Alamo-Sanza**[1]✉

[1] UVaMOX Group, Universidad de Valladolid, Palencia, Spain

Les oxymètres ne mesurent pas l'oxygène en mg/L. Leurs capteurs réagissent à la pression partielle d'oxygène (pO_2) ou au flux, et l'instrument convertit ce signal à l'aide d'un modèle de solubilité. Dans le vin, la matrice peut influencer à la fois la solubilité et la réponse du capteur. Les valeurs en mg/L sont utiles dans des conditions contrôlées, mais ne sont pas toujours comparables d'un vin à l'autre ou d'un appareil à l'autre. L'enregistrement du signal brut, de la température, de la pression et du contexte permet une interprétation plus fiable du résultat et de sa cinétique de consommation[1].

Un chiffre familier qui cache une conversion

La procédure habituelle est simple : insérer la sonde, attendre une lecture stable et noter, par exemple, 0,42 mg/L. Cela semble direct, mais le résultat affiché à l'écran implique une conversion.

Un capteur d'oxygène ne mesure pas l'oxygène présent dans un litre de vin. Dans une électrode de Clark, le courant dépend du flux traversant la membrane ; dans un capteur optique, l'oxygène éteint la luminescence d'un indicateur. La réponse primaire reflète la disponibilité de l'oxygène à l'interface du capteur—pO_2 ou flux. Pour l'exprimer en mg/L, l'instrument applique une relation de solubilité.

Le résultat n'est pas nécessairement erroné, mais il est dérivé : sa précision dépend à la fois du capteur et du modèle. Un instrument peut être précis et reproductible tout en ne fournissant qu'une concentration approximative si le modèle ne correspond pas au vin.

Le vin ne se comporte pas comme l'eau

De nombreux oxymètres sont étalonnés dans de l'eau saturée en air ou utilisent des relations de solubilité basées sur l'eau. Ces références conviennent pour vérifier le capteur, mais ne permettent pas de supposer que la pO_2 et les mg/L sont liés de la même manière dans le vin.

Le vin est une matrice hydroalcoolique complexe et réactive. L'éthanol, les sucres et l'extrait influencent la solubilité ; la température et la pression affectent à la fois la solubilité et le transport. L'espace de tête et le CO_2 nous éloignent encore davantage d'un verre d'eau à l'équilibre.

Par conséquent, aucun coefficient unique ne s'applique à tous les vins. À une même valeur de pO_2, différents vins peuvent contenir des quantités différentes d'oxygène physiquement dissous ; une conversion générique peut masquer cette différence plutôt que de la déterminer.

Deux effets liés à la matrice doivent être distingués. L'effet physico-chimique modifie la solubilité et la relation entre la pO_2 et la concentration en mg/L. L'effet instrumental altère la réponse du capteur et peut dépendre du luminophore et de son support ou, dans les instruments polarographiques, de la diffusion à travers la membrane. Dans l'étude de del Alamo-Sanza *et al.* (2014)[2], des écarts étaient déjà mis en évidence en hPa et variaient d'un instrument à l'autre. Sur huit vins réels, des erreurs directes de 11–19 % sont tombées à 0–5 % après une compensation spécifique à chaque appareil pour l'éthanol et le sucre, et en dessous de 0,5 % avec un système optique. Cela a corrigé la réponse du capteur ; cela n'a pas déterminé la solubilité réelle du vin.

Étonnamment, nous le savions déjà il y a un demi-siècle

Entre 1970 et 1979, plusieurs groupes soviétiques ont étudié la solubilité de l'oxygène et sa mesure dans des vins réels. Les barrières linguistiques et l'accès limité aux revues scientifiques ont fait que ces travaux sont restés peu connus, mais leurs conclusions restent remarquablement d'actualité.

Manuilova a constaté qu'une augmentation de la température réduisait la solubilité de l'oxygène, tandis que la réponse polarographique pouvait augmenter. Fal'kovich en a conclu que les capteurs à membrane réagissaient à la pO_2, et non directement à la masse d'oxygène. Moditis a mis en évidence le rôle de l'extrait, et Datunashvili a proposé des équations spécifiques à la composition du vin.

Le message commun était clair : convertir un signal en mg/L nécessite de connaître la solubilité de l'oxygène dans ce liquide particulier. Un demi-siècle plus tard, nos capteurs sont plus performants, mais la conversion reste souvent générique[3,4,5,6].

Un capteur plus performant ne résout pas le problème du modèle

Les capteurs optiques ont constitué une avancée majeure : ils sont stables, nécessitent moins d'entretien, ne consomment pas d'oxygène pendant la mesure et permettent d'effectuer des mesures avec un minimum de perturbations.

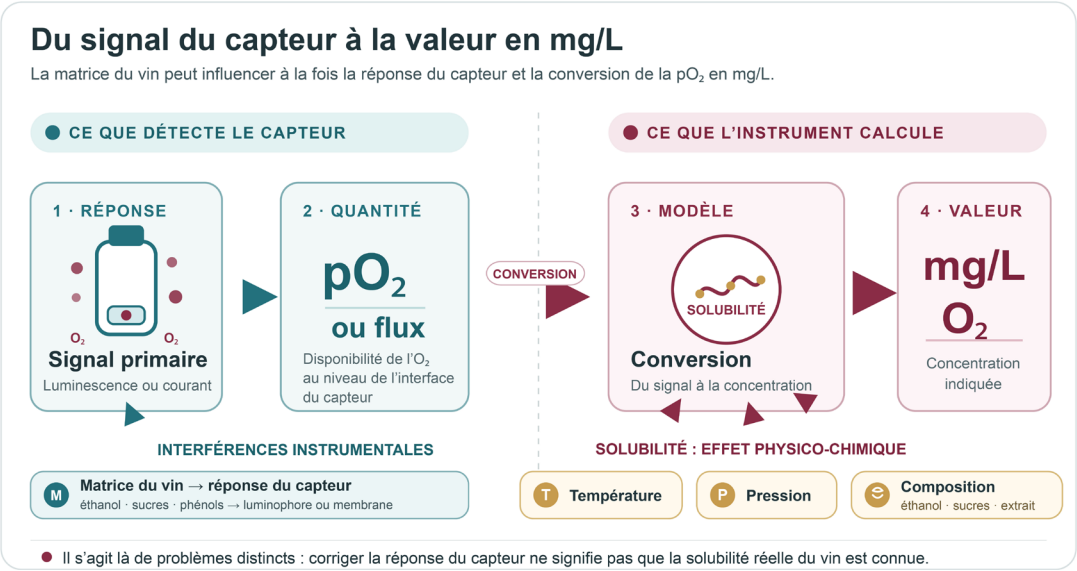


FIGURE 1. La matrice peut influencer à la fois la réponse du capteur et la conversion de la pO_2 en mg/L.

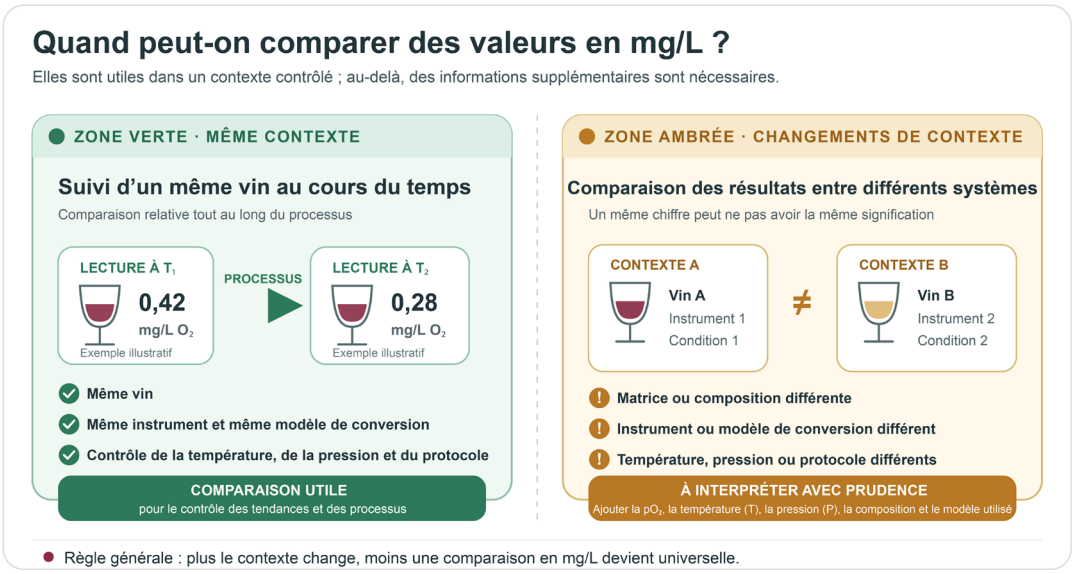


FIGURE 2. Les valeurs en mg/L sont utiles dans un contexte contrôlé ; au-delà, elles nécessitent des informations supplémentaires.

Pourtant, le luminophore réagit toujours à la présence d'oxygène dans son environnement immédiat, et le logiciel a besoin d'un modèle pour exprimer cette réponse sous forme de concentration massique. Une meilleure précision et une meilleure répétabilité ne corrigent pas la solubilité inconnue du vin.

Nous pouvons obtenir un chiffre plus stable sans pour autant le rendre plus universel. La précision et la validité interprétative sont deux questions distinctes.

Alors, faut-il cesser d'utiliser le mg/L ?

Non. Les valeurs en mg/L sont utiles pour suivre un vin dans des conditions fixes et observer des variations relatives.

Il convient de les utiliser avec prudence lors de la comparaison de matrices, d'instruments ou de laboratoires ; dans les calculs stœchiométriques ou les estimations des besoins en SO_2 ; et lors de l'interprétation d'une mesure unique comme si le vin était à l'équilibre.

Une proposition simple pour améliorer les mesures en cave

Pour comprendre d'où provient ce chiffre et dans quelles conditions il est valable, notez les éléments suivants chaque fois que l'instrument le permet :

- **La mesure brute.** pO_2, en hPa ou en pourcentage de saturation, en plus des mg/L.
- **La température réelle et la pression absolue.**
- **L'étalonnage et le modèle.** Notez ceux utilisés pour convertir la pO_2 en mg/L, en les distinguant de la compensation instrumentale liée aux composants de la matrice.
- **La matrice.** Identifiez le vin, la teneur en alcool, les sucres, l'extrait et tout autre facteur pertinent.
- **Le contexte de la mesure.** Notez où et quand la mesure a été effectuée, le temps de stabilisation, l'agitation, l'espace de tête, et si le vin absorbait ou consommait de l'oxygène.

Si l'instrument n'indique que des valeurs en mg/L, la mesure reste utile à des fins de contrôle interne à condition que l'instrument et le protocole restent constants. Ne conférez pas au résultat une validité universelle que la procédure ne peut garantir.

Une lecture unique reflète l'équilibre momentané entre l'apport et la consommation d'oxygène. Dans les études de processus, l'évolution de la pO_2—sa pente, son temps de diminution ou l'aire sous la courbe—nous en dit souvent plus qu'une simple valeur. Les valeurs en mg/L restent utiles en tant qu'expression opérationnelle dans le cadre d'un modèle et d'un ensemble de conditions connus[7].

Conclusion

La question n'est pas de savoir si les oxymètres modernes mesurent correctement, mais ce que signifie le chiffre affiché à l'écran.

Dans le vin, les valeurs en mg/L résultent d'une conversion qui dépend de la composition, de la température, de la pression et du modèle de solubilité. Une éventuelle interférence de la matrice avec le capteur ajoute un effet distinct. Ces deux éléments doivent être évalués indépendamment.

L'enregistrement du signal natif et du contexte de mesure, ainsi que la prise en compte de la cinétique, rendent le contrôle de l'oxygène plus clair, comparable et utile pour les décisions prises au sein des caves. ■

Remerciements : Les auteurs remercient sincèrement Alex Schulkin, chercheur à l'Australian Wine Research Institute, pour son aide inestimable dans la traduction des articles en russe qui constituent une partie importante de cette étude.

Source : Article prenant sa source de l'article de recherche "Reassessing dissolved oxygen measurement in wines: Physicochemical and metrological limitations of mass-based reporting" (Food Chemistry, 2026).

1 Nevares, I., & del Alamo-Sanza, M. (2026). Reassessing dissolved oxygen measurement in wines: Physicochemical and metrological limitations of mass-based reporting. *Food Chemistry, 527*, 150953. Advance online publication. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2026.150953

2 del Alamo-Sanza, M., Pando, V., & Nevares, I. (2014). Investigation and correction of the interference of ethanol, sugar and phenols on dissolved oxygen measurement in wine. *Analytica Chimica Acta, 809*, 162–173. https://doi.org/10.1016/j.aca.2013.11.053

3 Manuilova, T. A., Lipits, B. V., & Sokolova, A. F. (1970). Determination of oxygen solubility in wine at various temperatures. *Sbornik Nauchno-Issledovatel'skikh Rabot, Moldavskii NII Pishchevoi Promyshlennosti, 10*, 64–71. (In Russian).

4 Fal'kovich, Y. E., Moditis, I. Z., & Gun'ko, G. P. (1976). Limit solubility of oxygen in wines. *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Pishchevaya Tekhnologiya, 2*, 32–34. (In Russian).

5 Moditis, I. Z., Strukova, V. E., & Fal'kovich, Y. E. (1977). Maximum solubility of atmospheric oxygen in wine. *Vinodelie i Vinogradarstvo SSSR, 4*, 15–18. (In Russian).

6 Datunashvili, E. N., Ezhov, V. N., Ledenkova, T. P., Kozlovskii, Y. V., & Ananchenkova, G. M. (1979). Effect of basic constituents of wine on the solubility of atmospheric oxygen. *Vinodelie i Vinogradarstvo SSSR, 4*, 56–59. (In Russian).

7 del Alamo-Sanza, M., Sánchez-Gómez, R., Martínez-Martínez, V., Martínez-Gil, A., & Nevares, I. (2021). Air saturation methodology proposal for the analysis of wine oxygen consumption kinetics. *Food Research International, 147*, 110535. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110535

Ce travail est disponible sous la licence Creative Commons Attribution 4.0 International.