



# Étude de l'arôme fruité de vins rouges issus de cépages tardifs potentiellement adaptés au vignoble bordelais dans un contexte de changement climatique

Justine Garbay<sup>1</sup>, Margaux Cameleyre<sup>1</sup>,  
Nicolas Le Menn<sup>1</sup>, Laurent Riquier<sup>1</sup>,  
Jean-Christophe Barbe<sup>1</sup>,  
Georgia Lytra<sup>✉1</sup>

<sup>1</sup> Univ. Bordeaux, INRAE, Bordeaux INP,  
Bordeaux Sciences Agro, UMR 1366, OENO,  
ISVV, F-33882 Villenave d'Ornon, France

Au cours des dernières années, des changements dans l'expression fruitée des vins rouges de Bordeaux, tels que l'apparition des notes de fruits cuits et secs, ont été rapportés et corrélés au changement climatique. Parmi les solutions proposées pour préserver leur qualité aromatique, l'une des stratégies est d'introduire dans le vignoble bordelais des cépages tardifs adaptés aux futures conditions climatiques. Cette étude propose une meilleure compréhension de l'arôme fruité des vins rouges issus de cépages de Bordeaux, mais également de cépages méditerranéens.

## Contexte

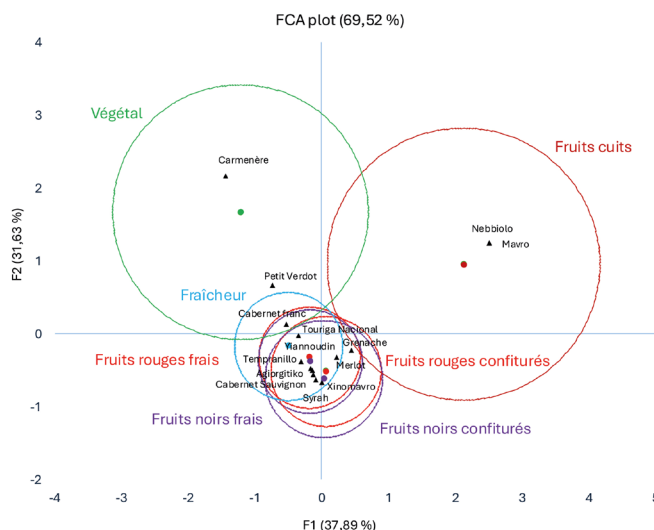
En 2010, des chercheurs ont révélé l'existence d'un espace sensoriel fruité propre aux vins rouges de Bordeaux, caractérisé par des notes de fruits noirs confiturés<sup>1</sup>. Cependant, ces dernières années, les variations climatiques affectent le cycle végétatif de la vigne, déplaçant les récoltes à des dates plus précoces et dans des conditions plus chaudes, ce qui influence la composition des vins<sup>2</sup>. Ainsi, les notes de fruits frais, notamment dans les vins issus du Merlot, diminuent, tandis que les arômes de fruits secs et cuits sont plus prononcés<sup>3</sup>. Le Merlot, représentant 66 % des cépages rouges implantés à Bordeaux (CIVB, 2025), nécessite donc des ajustements de la part des producteurs<sup>4</sup>.

Pour y faire face, plusieurs leviers sont déjà mobilisés : conduite de la vigne, gestion du sol et de l'eau, choix des porte-greffes, choix de la date des vendanges, ou encore pratiques œnologiques ciblées<sup>4, 5</sup>. Parmi les diverses adaptations, la conduite de la vigne joue un rôle central : la modulation de la surface foliaire, l'élévation des grappes, l'orientation des rangs et la gestion de l'ombrage permettent de réguler la température et le rayonnement solaire reçus par les baies, limitant ainsi le risque de brûlures et la maturation excessive<sup>4</sup>. Les contrôles de la densité de plantation et de la vigueur de la vigne contribuent également à réduire la consommation d'eau et à maintenir un microclimat favorable au développement des grappes<sup>4</sup>. Le degré de maturité des raisins au moment des vendanges influencerait fortement les composés aromatiques de la baie et, par conséquent, les arômes du vin. Vendanger plus tôt permettrait de limiter les arômes de fruits cuits et de préserver des arômes frais<sup>4</sup>. Les choix de porte-greffes et de clones adaptés complètent ces leviers, en favorisant la résistance à la sécheresse et aux températures élevées et en décalant la maturation vers des périodes plus favorables<sup>4</sup>. Le choix du matériel végétal constitue donc un levier clé pour s'adapter aux variations climatiques, et les milliers de variétés existantes de *Vitis vinifera* présentent de grandes différences dans leur cycle phénologique. C'est dans cette logique d'adaptation que s'inscrit la stratégie d'introduction, dans la région bordelaise, de cépages à maturité plus tardive que le Merlot. Sélectionnés pour leur cycle végétatif potentiellement mieux adapté aux conditions climatiques futures, ces cépages visent à préserver l'identité des vins de Bordeaux. Cette démarche a été initiée par l'association des viticulteurs des AOC Bordeaux et Bordeaux Supérieur (Appellation d'Origine Contrôlée), avec une autorisation délivrée par l'INAO (Institut National de l'Origine et de la Qualité). En conséquence, quatre nouveaux cépages rouges – Arinarnoa, Castet, Marselan et la variété portugaise Touriga Nacional – sont désormais autorisés dans ces appellations. Ces cépages peuvent être plantés à hauteur de 5 % dans le vignoble bordelais et assemblés à hauteur de 10 % (INAO, 2021). Toutefois, leur intégration nécessite une évaluation approfondie de leur contribution à la typicité régionale et, en particulier, au maintien de l'expression fruitée des vins rouges. En adaptant l'encépagement, il serait alors potentiellement possible de moduler les compositions chimiques et sensorielles des vins. L'objectif de ces travaux est d'apporter des connaissances sur les composés aromatiques qui participent à l'expression fruitée qualitative des vins rouges et de mieux comprendre le rôle de composés odorants pouvant contribuer à préserver l'arôme fruité des vins rouges de Bordeaux.

## Une expression fruitée partagée entre des vins rouges bordelais et méditerranéens

Quatorze vins rouges monocépages ont été analysés : 5 de Bordeaux (Merlot, Cabernet-Sauvignon, Cabernet franc, Petit Verdot, Carmenère) et 9 issus de cépages méditerranéens à maturité tardive (Agiorgitiko et Xinomavro de Grèce, Grenache et Tempranillo d'Espagne, Yannoudin et Mavro de Chypre, Nebbiolo d'Italie, Syrah du Sud de la France, Touriga Nacional du Portugal), cultivés dans des climats chauds pour simuler les futures conditions climatiques de Bordeaux. Les 14 vins (millésime 2018) ont été choisis pour leur typicité aromatique et ont été évalués en 2022 par un panel d'experts, afin d'analyser leurs arômes typiques après environ 3 ans de vieillissement (période où les notes amyliques et de bananes des jeunes vins diminuent et où les nuances fruitées, typiques des vins rouges comme les fruits rouges et noirs, sont déjà développées). Cette évaluation sensorielle a été réalisée exclusivement par voie orthonasale, à l'aide d'une méthodologie de génération de descripteurs. Au total, 7 descripteurs ont été identifiés : fruits rouges frais, fruits noirs frais, fruits rouges confiturés, fruits noirs confiturés, fruits cuits, fraîcheur et arôme végétal.

L'analyse des données générée par les experts (AFC, Figure 1) a permis de différencier les vins selon des « descripteurs qualitatifs » (fruits rouges frais, fruits noirs frais, fruits rouges confiturés, fruits noirs confiturés, fraîcheur) et des « descripteurs non-qualitatifs » (arôme végétal et fruits cuits). Les vins issus des cépages Carmenère et Petit Verdot étaient associés à des notes végétales, tandis que ceux issus du Nebbiolo et du Mavro étaient caractérisés par des arômes de fruits cuits. Trois vins de Bordeaux et 7 vins méditerranéens présentaient des profils sensoriels communs, décrits par



**FIGURE 1.** Analyse factorielle des correspondances (AFC) des 14 vins rouges, basée sur la fréquence de citations des 7 descripteurs du panel.

des « descripteurs qualitatifs ». Ces résultats soulignent que les vins rouges de Bordeaux sélectionnés dans cette étude partagent des similitudes sensorielles fruitées avec des vins rouges issus de cépages plus tardifs que le Merlot, cultivés dans des régions viticoles plus chaudes.

## Différences dans la composition aromatique des vins

Plusieurs composés volatils, liés aux notes fruitées, ont été quantifiés dans les vins rouges : esters, composés monoterpéniques, C13-norisoprénoides et alcools en C6. La Figure 2 montre des variations de concentrations pour chaque famille de ces composés volatils dans les vins rouges. La concentration totale en esters est la plus élevée dans le Tempranillo et la plus faible dans le Carmenère. Pour les composés monoterpéniques, la concentration totale atteint son maximum dans le Xinomavro et son minimum dans le Mavro. Concernant les C13-norisoprénoides, c'est le Grenache qui présente la concentration totale la plus élevée. Enfin, la concentration totale en C6 est la plus élevée dans le Yiannoudin et la moins abondante dans le Cabernet Franc.

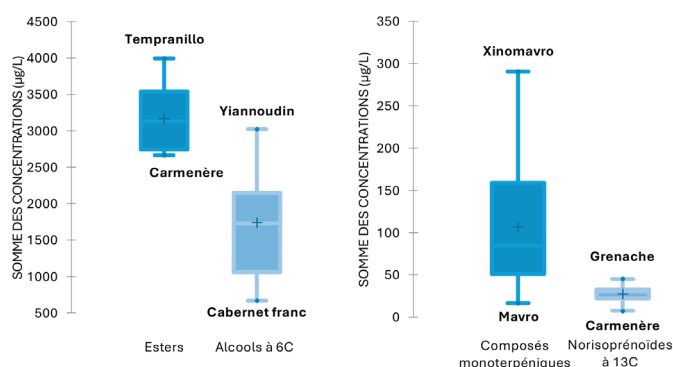


FIGURE 2. Concentration totale de chaque famille chimique dans les vins.

Ces données soulignent que 4 vins rouges issus de cépages méditerranéens (Tempranillo, Yiannoudin, Xinomavro et Grenache) et décrits par des « descripteurs qualitatifs » présentaient la concentration totale la plus élevée en esters, alcools en C6, composés monoterpéniques et C13-norisoprénoides. Ces composés peuvent donc jouer un rôle positif dans l'expression de l'arôme fruité. En revanche, les vins décrits par des « descripteurs non-qualitatifs » présentaient la concentration totale la plus faible en esters et en C13-norisoprénoides (Carmenère), ainsi qu'en composés monoterpéniques (Mavro).

## Impact olfactif de composés d'intérêt sur la perception de l'arôme fruité

Un focus sur l'impact des composés monoterpéniques, C13-norisoprénoides et alcools en C6 a été fixé. Pour cela, un vin décrit par des notes de fruits cuits a été sélectionné et 2 verres ont été préparés. L'un contenait le vin rouge décrit par des notes de fruits cuits, l'autre

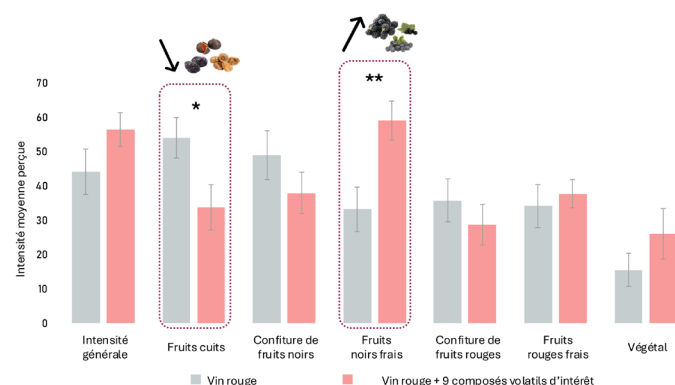


FIGURE 3. Intensités moyennes des descripteurs aromatiques (composés volatils ajoutés : linalol, géraniol, 1,4-cinéole, 1,8-cinéole, α-terpinène, α-terpinéol, α-ionone, β-ionone et (E)-3-hexenol) \*, p < 0,05 et \*\*, p < 0,01, déterminé par ANOVA.

contenait le même vin auquel les composés d'intérêt ont été ajoutés aux concentrations mesurées dans les vins rouges décrits par des « descripteurs positifs ». Seize juges ont évalué l'intensité de 6 descripteurs (fruits rouges et noirs frais, fruits rouges et noirs confiturés, fruits cuits et arôme végétal) dans les 2 échantillons par des profils sensoriels<sup>7</sup>.

Les résultats ont montré que l'ajout de certains composés monoterpéniques, C13-norisoprénoides et alcools en C6 a augmenté les notes de fruits noirs frais et réduit celles de fruits cuits, mettant en évidence leur rôle clé dans la perception de l'arôme fruité qualitatif des vins rouges (Figure 3).

## Conclusion et perspectives

Ces travaux ont révélé des similitudes sensorielles entre l'arôme fruité des vins rouges monocépages de Bordeaux et des vins élaborés à partir de cépages méditerranéens, plus tardifs que le Merlot. L'intégration de ces cépages dans le vignoble bordelais et dans les assemblages offre ainsi une potentielle alternative au Merlot pour respecter la typicité des vins de Bordeaux face au changement climatique. Des tests sensoriels futurs pourraient permettre d'évaluer si le remplacement partiel du Merlot par des cépages d'ailleurs, ou par d'autres cépages bordelais tels que le Cabernet-Sauvignon, le Cabernet franc, le Petit Verdot ou la Carmenère, contribue positivement à la typicité aromatique et sensorielle des vins bordelais. Ce travail a également contribué à enrichir les connaissances sur l'expression fruitée des vins rouges, en mettant en lumière des composés volatils clés tels que certains composés monoterpéniques, C13-norisoprénoides et alcools en C6.

Une des perspectives de nos travaux serait de déterminer si les variations de concentrations des composés étudiés sont spécifiques aux cépages et permettent de les différencier. De plus, la maîtrise de ces composés volatils pourrait contribuer à préserver la qualité aromatique fruitée des vins rouges, ouvrant ainsi des perspectives pour développer des techniques œnologiques favorisant leur libération contrôlée. ■

**Remerciements :** Ces travaux ont été financés par Bordeaux Sciences Agro, la Région Nouvelle-Aquitaine, l'Union des Œnologues de France, le Conseil Interprofessionnel du Vin de Bordeaux et le GPR (Grands Programmes de Recherche) Bordeaux Plant Sciences (Université de Bordeaux, France).

**Source :** Article prenant sa source de l'article de recherche "Development of a New Method for the Quantitative Analysis of Aroma Compounds Potentially Related to the Fruity Aroma of Red Wines" (Journal of Agriculture and Food Chemistry, 2023).

- 1 Pineau, B., Barbe, J. C., Van Leeuwen, C., & Dubourdieu, D. (2009). Examples of perceptive interactions involved in specific "red-" and "black-berry" aromas in red wines. *Journal of agricultural and food chemistry*, 57(9), 3702-3708. <https://doi.org/10.1021/jf803325v>
- 2 van Leeuwen, C., Darriet, P. (2016). The impact of climate change on viticulture and wine quality. *Journal of Wine Economics*, 11(1), 150-167. <https://doi.org/10.1017/jwe.2015.21>
- 3 Allamy, L., Darriet, P., & Pons, A. (2018). Molecular interpretation of dried-fruit aromas in Merlot and Cabernet Sauvignon musts and young wines: Impact of over-ripening. *Food Chemistry*, 266, 245-253. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.06.022>
- 4 van Leeuwen, C., Sgubin, G., Bois, B., Ollat, N., Swingedouw, D., Zito, S., & Gambetta, G. A. (2024). Climate change impacts and adaptations of wine production. *Nature Reviews Earth & Environment*, 5(4), 258-275. <https://doi.org/10.1038/s43017-024-00521-5>
- 5 Ollat, N., & Touzard, J. M. (2020). La vigne, le vin, et le changement climatique en France-Projet LACCAGE-Horizon 2050
- 6 Garbay, J., Cameleyre, M., Riquier, L., Barbe, J. C., & Lytra, G. (2023). Development of a New Method for the Quantitative Analysis of Aroma Compounds Potentially Related to the Fruity Aroma of Red Wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 71(35), 13066-13078. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.3c03267>
- 7 AFNOR. Sensory analysis - Methodology - General Guidance for Establishing a Sensory Profile - NF ISO 13299, 2016