

Les composés aromatiques soufrés : incidences des pratiques culturales

Thierry DUFOURCQ

Institut Français de la Vigne et du Vin – Pôle Sud-Ouest - Château de Mons - 32400 Condom

+Email: thierry.dufourcq@vignevin.com

Résumé : De nombreux travaux de recherche menés par la faculté d'Oenologie de Bordeaux ont permis l'identification, le dosage et la caractérisation des arômes soufrés dans les vins de Sauvignon. La présence de ces arômes dans les vins est influencée par les pratiques œnologiques mais également par la conduite de la vigne. Depuis 1999 et l'identification de composés soufrés volatils dans les vins de Colombard, l'IFV Sud-Ouest intègre leur dosage dans les expérimentations conduites sur ce cépage. Les travaux d'étude sur le cépage Sauvignon, que ce soit au niveau agronomique ou œnologique ont servi de base à la mise en place d'études spécifiques sur le Colombard.

Rappel sur les arômes soufrés

Le principal composé soufré volatil retrouvé dans les vins est le 3-mercapto-hexanol (3MH). Il est présent dans le moût de raisin, lié à un acide aminé, la cystéine. Il est inodore dans cet état. Il est révélé au cours de la fermentation alcoolique par action d'enzymes produites par la levure qui le sépare de son acide aminé. Le ratio entre la quantité de précurseurs initial et la quantité d'arômes soufrés présente au final dans un vin est très faible, inférieur à 5% dans la plupart des cas. Le 3MH libéré présente des caractéristiques aromatiques rappelant le pamplemousse et les fruits tropicaux. Pendant la fermentation, une partie du 3MH formé est transformée en acétate de 3MH (A3MH) par une autre action enzymatique. Cet autre composé est très odorant, sa perception rappelle le buis avec une nuance de fruit exotique.

Ces deux composés ont été identifiés dans de nombreux vins de cépages blanc, rouge ou rosé. Un autre composé soufré très odorant a été identifié dans le Sauvignon. Il s'agit de la 4-mercapto-4-méthylpentanone (4MMP). Il présente des notes de buis, de bourgeon de cassis.

Influence des facteurs œnologiques

Protection contre l'oxygène : Les composés soufrés volatils odorants sont des composés réducteurs. La préservation et la conservation du potentiel aromatique passent par la protection des vins contre l'oxygène. Cela commence dès la récolte et durant toute la chaîne technologique qui conduira le vin dans la bouteille. Il s'agit de maîtriser deux phénomènes. Tout d'abord, le phénomène physique qu'est la dissolution de l'oxygène dans le moût ou dans le vin. Toutes les opérations de manipulation, de transfert, doivent être réfléchies pour éviter de « trop » mettre en contact le liquide et le gaz. L'autre phénomène est de nature chimique. Il s'agit d'oxydation. L'oxygène dissout entre en contact avec des composés du vin, il entraîne des réactions chimiques qui peuvent être néfastes à la qualité aromatique. Pour lutter contre ces phénomènes d'oxydation on peut agir de plusieurs manières : en évitant la dissolution d'oxygène, en utilisant des agents protecteurs (acide ascorbique, SO₂) et/ou en maîtrisant la température (plus le milieu est froid, plus les réactions d'oxydation sont ralenties ; attention, plus le milieu est froid plus on dissout facilement de l'oxygène).

Macération préfermentaire et turbidité du milieu :

L'étude de la répartition du précurseur du 3MH (P-3MH) montre qu'on le retrouve pour plus de la moitié dans la pellicule du raisin. Il se trouve de fait en concentration importante à ce niveau car le poids d'une baie est constitué en majorité par la pulpe. Cette observation confirme l'intérêt œnologique de l'utilisation de techniques de macération préfermentaire pour extraire le P-3MH. Toutes les opérations d'extraction d'un composé en solution sont dépendantes de la durée et de la température. L'extraction sera d'autant plus importante qu'elle dure longtemps, et que la température est élevée. Attention cependant car cette technique d'extraction n'est pas sélective. On peut extraire le bon mais également l'amertume et l'astringence des

polyphénols, les arômes herbacés et végétaux des raisins verts, les odeurs moisies et terreuses des raisins altérés. Cette pratique se justifie sur raisins sélectionnés, sains, de maturité parfaite. L'addition d'enzymes pectolytiques dans le moût n'entraîne pas forcément des quantités de 3MH plus importantes dans le vin.

La stabulation à froid sur bourbes pendant plusieurs jours est une technique utilisée pour favoriser la présence de composés soufrés dans les vins. Bien que peu de travaux mettent en évidence les mécanismes, cette technique rencontre un vif succès en complément ou en alternative à la macération pelliculaire.

Le milieu doit être assez riche, de l'ordre de 150 à 180 NTU après débouillage pour favoriser la présence de thiols dans les vins.

Action des levures : Le choix de la levure est un critère important. Dans un premier temps, c'est l'aptitude à fermenter le moût dans les conditions choisies qui retiendra l'attention. Ensuite, sa capacité à révéler les thiols ou d'autres composés pourra être considérée. Nous avons testé quelques souches commerciales sur cépage Colombard en Gascogne. Des variations apparaissent entre les souches pour un même itinéraire de vinification qui peuvent aller jusqu'au double de concentration en 3MH.

Les facteurs composition du moût, souche et conduite de vinification sont liés et essentiel Il est difficile de fournir des références générales.

Conservation des vins : Les arômes soufrés sont très sensibles à l'oxydation. Ils s'expriment au mieux dans les vins jeunes puis déclinent rapidement la deuxième année qui suit la fabrication. Les facteurs qui interviennent sont liés à la composition du vin (présence de composés réducteurs), à la dissolution d'oxygène dans le vin au cours des différentes opérations d'élevage et de conditionnement ainsi qu'aux températures de stockage.

Influence des pratiques viticoles

À la vigne, bien des questions se posent par rapport à l'optimisation du potentiel aromatique des raisins au cours de la maturation. Les principaux facteurs qui peuvent agir sont l'incidence des terroirs à travers l'alimentation hydrique et/ou azotée, mais aussi l'influence des modes de conduite à travers la relation entre la surface foliaire et la charge en raisins ou des pratiques culturales telles que l'effeuillage. Avant toutes ces considérations, il est important de rappeler que la qualité sanitaire des raisins est un facteur primordial pour l'obtention de vins riches en composés soufrés. Tous les résultats présentés ont été obtenus sur de la vendange saine. Les effets néfastes de la pourriture grise ou acide ne doivent pas être oubliés.

Dans le Gers, nous avons étudié le cépage Colombard sur un réseau de 6 parcelles implantées sur différentes unités pédo-climatiques et conduite dans des conditions similaires. Nous avons enregistré des données physiologiques sur la plante, telles que le fonctionnement hydrique, l'arrêt de croissance, la surface foliaire, en relation avec des données climatiques. Nous avons réalisé des mini-vinifications

en condition standard avec les raisins issus de ces parcelles. Ces données ont fait l'objet de traitements statistiques exploratoires et de modélisation.

Influence du climat : Pendant les 5 années d'acquisition de données sur le réseau, la climatologie régionale a présenté une variabilité importante. Chaque millésime peut être qualifié en fonction des températures et des précipitations pendant le cycle végétatif d'avril à septembre. Le potentiel aromatique en thiols variétaux des vins de Colombar présente aussi une forte variabilité. Ainsi lorsqu'on explore les données, on distingue très facilement les millésimes. L'année 2003 se distingue particulièrement par opposition à 2002 et l'année 2000 par rapport à 1999 (figure 1).

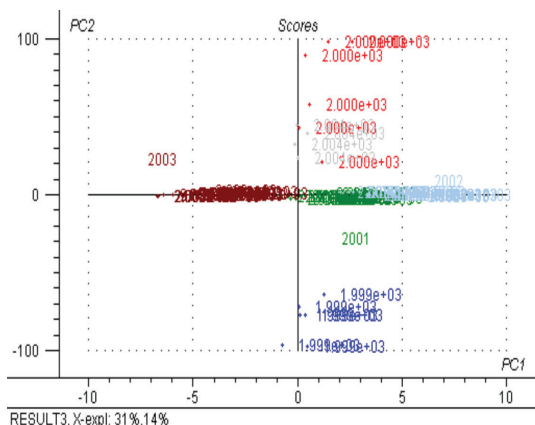


Figure 1 : Répartition des vins réalisés sur le réseau d'étude par traitement des données en composantes principales - cépage Colombar 1999-2004

Les années les plus favorables à la présence de thiols dans les vins sont 2000 et 2002. Les facteurs climatiques qui expliquent le mieux ces résultats sont : en premier des sommes de température entre floraison et véraison inférieure aux normales régionales (de l'ordre de 600°C.jours) ; puis des sommes de températures entre véraison et récolte plus élevées (de l'ordre de 450°C.jours) ; les sommes de températures extrêmes de 2003 ne sont pas favorables à la présence de thiols dans les vins.

Influence de l'alimentation hydrique : Les 6 unités agropédologiques peuvent être regroupées en deux grandes classes de sol ; d'une part les boubènes, sols bruns lessivés présentant des traces plus ou moins marquées d'hydromorphie, et d'autre part les argilo-calcaires, sols bruns calcaires modaux (terrefort) et rendzines (peyrusquet). Ces deux types de sol se différencient par leur capacité d'alimentation hydrique de la vigne. Sur les argilo-calcaires, nous avons mesuré que l'alimentation hydrique est déficitaire de façon modérée à forte en fonction des millésimes ; sur les boubènes, elle est déficitaire de façon nulle à modérée. Globalement, les niveaux aromatiques obtenus sur sols argilo-calcaires sont légèrement supérieurs à ceux obtenus sur boubènes. Cependant, on obtient des niveaux aromatiques importants sur tous les types de sol testés. La contribution des mesures de contraintes hydriques n'apparaît pas ou peu dans les critères explicatifs du potentiel en thiol des vins, dans les résultats que nous avons obtenus.

Influence de la date de récolte : On peut considérer que l'optimum de maturité technologique des raisins de Colombar en Gascogne se situe entre 40 jours et 55 jours après la mi-véraison. En deçà, les raisins présentent un déséquilibre sucre/acide très important et au-delà, l'altération des raisins est manifeste, quel que soit le millésime. Dans cette plage destinée à la récolte, l'optimum du potentiel aromatique s'exprime de façon contrasté, en fonction du millésime et en fonction des types de sols (figure 2).

D'après nos résultats, une vendange précoce (40 jours après véraison) n'entraîne pas une quantité de thiols (3MH) plus importante qu'une vendange tardive (55 jours après véraison) dans les vins de Colombar.

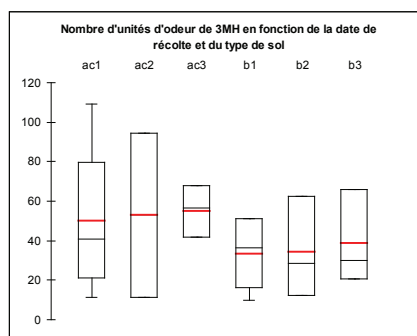


Figure 2 : Nombre d'unités d'odeur (NUO) du 3MH obtenus dans les vins de Colombar en fonction des familles de sol (ac = argilo-calcaire ; b = boubène) de la date de récolte (1 = 40j après véraison ; 2 = 50j a. v. ; 3 = 55j a. v.) et des millésimes (1999-2004). (NUO : concentration de l'arôme/seuil de perception) b = boubène) de la date de récolte (1 = 40j après véraison ; 2 = 50j a. v. ; 3 = 55j a. v.) et des millésimes (1999-2004). (NUO : concentration de l'arôme/seuil de perception)

Influence du mode de conduite : Le précurseur du 3MH a été identifié dans la feuille de vigne. On peut formuler l'hypothèse d'une relation source-puits (comme pour les sucres) entre les feuilles et les fruits. Nous avons conduit une expérimentation visant à optimiser l'indicateur surface foliaire exposée par kg de raisins produit. Cet indicateur est très fortement lié à la teneur en sucre des moûts. Nous avons profité du dispositif expérimental en place pour confronter la quantité totale de feuilles par kg de raisins et la concentration en composés aromatiques soufrés (figure 3).

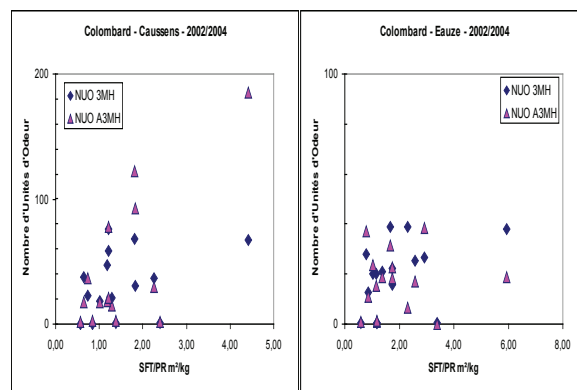


Figure 3 : Évolution du nombre d'unités d'odeur (NUO=concentration en arôme / seuil de perception) de vins de Colombar en fonction de la variation de l'indice sft/pr (Surface Foliaire Totale / Poids de récolte) et du sol (Eauz = sol brun lessivé profond ; Caussens = rendzine modale superficielle) ; 3MH : 3-Mercapto-Hexanol, odeur de pamplemousse, fruits tropicaux ; A3MH : Acétate de 3-Mercapto-Hexile, odeur de buis et fruits exotiques

Quels que soient les indicateurs utilisés, Surface Foliaire Totale, Poids de Récolte, SFT/PR, il n'apparaît pas de relation stable au cours du temps (4 millésimes) avec la quantité de 3MH et A3MH dans les vins finis et ce sur les deux types de sol étudiés (profond et superficiel). Il en est de même au sein d'un même millésime.

Incidence de l'effeuillage : L'effeuillage est une pratique qui permet de lutter contre le Botrytis, en améliorant le micro-climat au niveau des grappes. Dans le cas des vins blancs, cette pratique se heurte à la possibilité d'une exposition des grappes à la lumière induisant la présence accrue de polyphénols dans le moût. Ces polyphénols peuvent entrer dans des mécanismes réactionnels complexes qui conduiraient à la diminution d'une partie du potentiel en composés aromatique soufrés des vins. Une fois encore, il s'agit de raisonner entre d'une part l'entassement de végétation et le risque de pourriture et l'exposition des grappes et des pertes en potentiel aromatique. Sur trois millésimes étudiés, il apparaît que le potentiel aromatique des vins de Colombar n'est pas pénalisé par la pratique de l'effeuillage. Même si des différences s'observent, elles ne s'inscrivent pas dans une tendance claire. Lors des dégustations, les vins issus des parcelles effeuillées présentent une complexité aromatique supérieure.

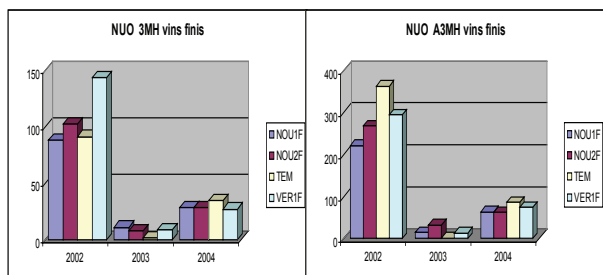


Figure 4 : unités d'odeur en 3-Mercapto-Hexanol et Acétate de 3-Mercapto-hexyle de vins de Colombard issus de différentes modalités d'effeuillage ; Nou1F : effeuillage à nouaison sur une face soleil levant ; Nou2F : effeuillage à nouaison sur deux faces ; Ver1F : effeuillage à véraison sur une face soleil levant ; Témoin : témoin non effeuillé ; cépage Colombard ; millésimes 2002-2004

Influence de la nutrition azotée : Des travaux de recherches mettent en avant que la présence d'une carence en azote du moût peut entraîner l'apparition dans le temps de composés aromatiques indésirables dans les vins blancs. La qualité azotée d'un moût à la récolte est un excellent indicateur de la nutrition azotée de la plante. Il apparaît que le potentiel azoté général du moût semble contribuer à l'expression du bouquet réducteur des vins (présence de thiols variétaux).

Les préconisations de fertilisation azotée sont de limiter les apports sur les parcelles avec un objectif essentiel de maîtrise de la vigueur et de couvrir, si besoin il y a, les exportations (vendanges, feuilles, bois, enherbement).

Dans ce contexte, nous menons des expérimentations sur l'influence d'apports modérés d'azote (type, dose, date) sur la composition des moûts (azote total, azote assimilable, glutathion, acides aminés) et sur la qualité aromatique des vins (thiols variétaux).

Une première année de résultat sur une parcelle carencée (azote assimilable <80 mg/l) laisse apparaître un effet significatif d'apport d'azote foliaire de 10U/ha à véraison sur la composition du moût et aussi sur la quantité d'arômes soufrés dans les vins de Colombard.

Influence du cuivre : On retrouve du cuivre dans les végétaux et donc dans la vigne à l'état de trace, cet oligo-élément catalyse des réactions du métabolisme, il est à ce titre indispensable. Cependant, la réactivité de cet élément vis à vis du soufre est bien connue des chimistes. Ceci a d'ailleurs poussé les chercheurs de l'INRA et de la faculté d'œnologie de Bordeaux à s'intéresser à ces phénomènes dans les années 90 : les composés aromatiques qui participent à la typicité du vin de Sauvignon présentent une fonction « thiol », le cuivre est employé en viticulture, donc, il y a possibilité d'interaction entre les deux, au détriment de l'arôme du vin... Ces recherches, ont mis en évidence que la présence de cuivre dans le moût pénalisait le potentiel aromatique des vins de Sauvignon. Ils ont mis en évidence également que le cuivre ne migrerait pas dans la plante et que seule la bouillie au contact de la grappe était responsable de sa présence dans le moût. Durant trois campagnes viticoles (2001-2003), nous avons testé, sur cépage Colombard, l'incidence d'applications tardives de fongicide à base de cuivre sur le potentiel aromatique du vin. Nous avons obtenu les résultats suivants : les vins de Colombard qui présentent la plus grande quantité de cuivre dans le moût sont

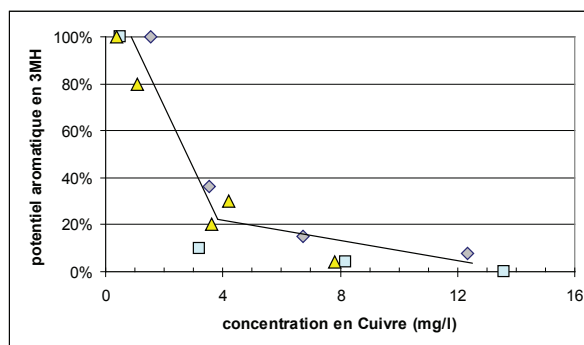


Figure 5 : Potentiel en thiols variétaux des vins de Colombard sur 3 millésimes (exprimé par le pourcentage de 3Mercapto-Hexanol, arôme responsable des notes agrumes et fruits exotiques) en fonction de la concentration en cuivre présente dans les raisins au moment de la récolte

les moins aromatiques (figure 5) ; la quantité de cuivre présente dans le moût est fonction de la quantité de cuivre appliquée à la vigne.

Conclusions

L'identification et le dosage des composés aromatiques soufrés dans les vins est une avancée certaine pour comprendre et optimiser le potentiel des cépages exprimant ce caractère. Ces analyses fines couplées aux études agronomiques et œnologiques permettent de contribuer au développement qualitatif des vins. Les phénomènes qui induisent cette qualité aromatique en composés soufrés s'intègrent dans une chaîne complexe de facteurs aussi bien à la vigne qu'au chai. Tous les résultats acquis, permettent aux producteurs d'avoir une vision exhaustive de l'approche technique nécessaire au vignoble et au chai pour élaborer des vins blanc riches en ces composés.

Les études sur le Colombard sont possibles grâce au soutien financier de FranceAgriMer, du Conseil Régional Midi-Pyrénées, du Conseil Général du Gers, du Syndicat des Producteurs Des Côtes de Gascogne, à l'appui logistique de la Chambre d'Agriculture du Gers, à la collaboration scientifique de l'UMR Sciences Pour l'Oenologie de l'INRA de Montpellier.

Références bibliographiques

- Tominaga T., 1998. Recherches sur l'arôme variétal des vins de *Vitis vinifera* L. cv. Sauvignon Blanc et sa genèse à partir de précurseurs inodores du raisin. Thèse de doctorat. Université Victor Ségalen Bordeaux 2.
- Peyros Des Gachons C., 2000. Recherches sur le potentiel aromatique des raisins de *Vitis vinifera* L. Cv. Sauvignon blanc. Thèse de Doctorat Sciences biologiques et Médicales, option Œnologie-Ampélogie, Université de Bordeaux II, 176p.
- Choné X., 2001. Contribution à l'étude des terroirs de Bordeaux : Etude des déficits hydriques modérés, de l'alimentation en azote et de leurs effets sur le potentiel aromatique des raisins de *Vitis vinifera* L. cv. Sauvignon blanc. Thèse de Doctorat Sciences biologiques et Médicales, option Œnologie-Ampélogie, Université de Bordeaux II, 188p.
- 2003, « Les arômes dans les vins », JOURNEES TECHNIQUE REGIONALE, Station Régionale ITV Midi-Pyrénées ; actes du colloque 60p.
- Dufourcq T., Gontier L., Serrano E., Ollat N. (2005), Rapport surface foliaire et poids de récolte : incidences sur l'alimentation hydrique de la vigne, la qualité du moût, la qualité du vin à partir de quatre cépages de Midi-Pyrénées Compte rendu du GESCO 2005, Geisenheim, vol2 pp 567-573.
- Hadzidimitriou E., et al. (1996), Incidence d'une protection viticole anticyptogamique utilisant une formulation cuprique sur le niveau de maturité des raisins et l'arôme variétal des vins de Sauvignon. J. Int. Sci. Vigne Vin, 30, n°3, p 133-150.
- Dufourcq T., (2004). Utilisation du cuivre en viticulture et qualité aromatique des vins de Gascogne. Journées Techniques Nationales Viticulture Biologique, Avignon, p93-96.