

Les métabolites primaires et secondaires de la baie en réponse à l'ensoleillement et à la température au niveau de la zone des grappes

>>> La composition chimique des baies au moment de la vendange, laquelle influencera les styles de vin, est déterminée par des processus physiologiques complexes se déroulant tout au long de la vie du fruit, de la nouaison jusqu'à maturité, et ceci est étroitement lié à des facteurs environnementaux et aux pratiques culturales. Parmi ces facteurs, il est admis que les conditions climatiques au sein de la zone fructifère (c'est-à-dire le microclimat), telles la lumière et la température, influencent la physiologie du fruit, au niveau de la pellicule, de la pulpe et du pépin. Cet article présentera les effets potentiels de l'effeuillage dans la zone des grappes sur la modification du microclimat de la grappe et la composition de la baie. <<<

■ Le microclimat de la vigne dépend du climat et de la gestion du vignoble

Les vignobles peuvent faire face à une variation importante de facteurs abiotiques tels l'ensoleillement, la température, l'eau, le vent et l'humidité de l'air dépendamment de : la topographie / l'orientation du rang / la densité de plantation / les modes de conduite x taille / les dimensions, le volume du feuillage: hauteur et densité.

La variabilité spatiale des caractéristiques du sol (profondeur, structure, composition et texture) devrait également être prise en compte, étant donné qu'elle détermine l'architecture des racines et l'assimilation de l'eau et des nutriments par la plante.

■ Quels sont les objectifs de l'effeuillage et/ou de l'échardage de la zone fructifère ?

La littérature concernant l'effet de l'ensoleillement (baies exposées versus baies ombragées) sur l'accumulation et/ou la dégradation des métabolites primaires et secondaires du fruit est souvent sujette à controverses. En étudiant les effets de l'ensoleillement sur la composition de la baie, les faces externe et interne de la grappe (c'est-à-dire en face de l'inter-rang ou du feuillage) devraient être prises en considération. En effet, la composition du fruit est plus influencée par l'exposition des baies que par leur position au sein d'une grappe (bas – milieu – haut de la grappe)¹.

Les métabolites primaires et secondaires de la baie changent considérablement au cours du développement et les études phénologiques (phase de croissance herbacée de la baie, véraison, maturation et sénescence) sont ainsi très informatives (figure 1). De plus, en travaillant à l'échelle de la baie, Shahood *et al.*, (2015)² ont démontré qu'après véraison, la teneur en eau, sucres et acides organiques varie fortement entre les grappes, et entre les baies d'une grappe donnée également. Une part de cette hétérogénéité trouve son origine bien avant la maturation des baies, dès la floraison et la nouaison. Quand effectuer l'effeuillage?

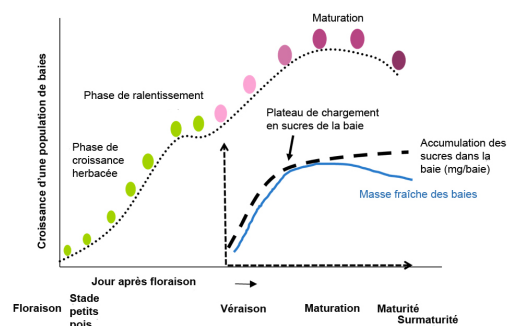


Figure 1. Dès le début de la véraison (c'est-à-dire le ramollissement des baies), la période de maturation est divisée en deux phases : pré- et post-plateau d'accumulation des sucres dans la baie (en mg/baie) (adaptation de Carbonneau *et al.*, 2020)³.

■ La phase de croissance herbacée de la baie : effet de l'ensoleillement et de la température

L'effeuillage au stade petit pois (après la floraison et la nouaison) est intéressant parce que d'importants composés sont accumulés uniquement lors de la phase de croissance herbacée de la baie et l'intensité de l'ensoleillement (EL) peut avoir un impact sur leur accumulation/dégradation (figure 2). L'effet de l'effeuillage sur la composition de la baie est hautement dépendant d'autres facteurs biotiques (cépages, clones) et abiotiques (eau, azote), mais certaines tendances générales peuvent être soulignées. L'information ci-dessous est extraite de la littérature et de nos propres recherches et expérimentations^{4, 5, 6}:

• Les effets potentiels de l'ensoleillement (EL)

- Acides organiques : pas d'effet de l'EL
- Tanins : pas d'effet de l'EL
- Flavonols : l'EL stimule la biosynthèse
- Pyrazines : l'EL diminue l'accumulation de l'IBMP
- Rotundone : pas de tendance claire d'un effet de l'EL
- Caroténoïdes et Norisoprénoïdes (NI) : l'EL stimule les caroténoïdes et par conséquent l'accumulation des NI comme le TDN et la B-ionone au moment de la récolte, résultats moins clairs pour la Beta-Damascénone
- Monoterpènes : l'EL stimule l'accumulation
- Thiols volatils : l'EL favorise l'accumulation des précurseurs des thiols volatils
- Composés-C6 : pas d'effet clair de l'EL
- Les esters sont des composés dérivés de la levure mais l'effeuillage précoce peut augmenter leur teneur dans les vins blancs en modifiant la source nutritive des levures présente dans le moût de raisin au moment de la récolte
- Masse fraîche des baies : pas d'effet de l'EL excepté l'échardage

• L'effet potentiel de la température (T)

L'augmentation de l'ensoleillement au niveau de la grappe pourrait conduire à une augmentation de la température de la baie, dont l'ampleur dépendra du cépage, de la topographie du site (mésoclimat) et de l'orientation du rang. Par conséquent, l'interaction de la lumière et de la température devrait être prise en compte. Les effets potentiels de la température sont résumés ci-dessous en prenant en considération la phase phénologique de la croissance herbacée de la baie principalement^{4, 5, 6}:

- Acides organiques : effet négatif de la T élevée > 35 °C

- Tanins : pas d'effet de la T excepté la chaleur extrême, laquelle provoque une diminution des tanins de la pellicule
- Flavonols : pas d'effet de la T
- Pyrazines : la T élevée > 35 °C diminue l'accumulation de l'IBMP
- Rotundone : accumulation plus faible à T élevée
- Caroténoïdes : pas d'effet de la T
- Thiols volatils : la T élevée a tendance à diminuer les thiols
- Masse fraîche des baies : T élevée > 40 °C pourrait exacerber la perte d'eau/flétrissement des baies, dépendamment du statut hydrique de la vigne. Cela dit, la perte d'eau de la baie peut survenir à basse température.
- L'effet exacerbant de la (T) élevée/vagues de chaleur sur la mort cellulaire au sein de la zone centrale de la baie (pulpe) au cours de la maturation

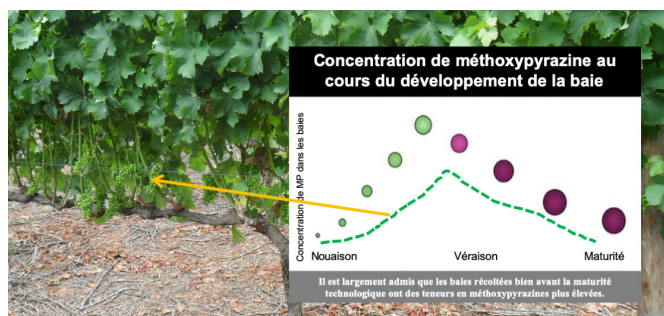


Figure 2. Illustration de l'effeuillage et de l'échardage précoces dans la zone fructifère au stade petit pois (Sauvignon blanc). L'augmentation de l'ensoleillement au niveau des grappes permet la diminution de la concentration d'IBMP de la pellicule en pré- et post-véraison (inspiré des travaux de Roujon de Boubee D.).

■ Véraison et maturation : effet de l'ensoleillement et de la température

À compter de la véraison (environ 6° Brix), le fruit accumule des sucres quotidiennement. Ceci est concomitant avec une augmentation du volume de la baie en raison de l'importation d'eau². Une baie peut se charger en 0,8 à 1,2 mole de sucres (équivalente à une moyenne de 10,5-11 % d'alcool probable), et arrête de se charger en sucres une fois la maturité atteinte². Cela signifie qu'à partir du plateau d'accumulation des sucres dans la baie, l'augmentation de la concentration de sucres est due à une perte d'eau par la baie (transpiration et reflux d'eau possible vers la plante). Par conséquent, en étudiant l'effet de l'ensoleillement sur l'évolution des métabolites de la baie, deux phases devraient être prises en compte durant la maturation (figure 1) : avant et après le plateau d'accumulation des sucres dans la baie⁷.

L'effeuillage tardif (ET) (durant la véraison) peut stimuler la biosynthèse ou la dégradation de métabolites majeurs dans les baies à travers ses impacts sur l'exposition de la baie à la lumière et à la T. Cependant, l'ET doit être soigneusement exécuté et pensé à cause des risques d'échardage et de flétrissement, étant donné que les baies sont plus sensibles à la déshydratation à ce stade.

→ Anthocyanes : l'EL élevé stimule la biosynthèse et le développement de la couleur de la baie alors que l'EL faible conduit à du vin rouge avec une plus faible intensité colorante. De toute évidence, l'extraction/diffusion des anthocyanes durant le processus de vinification doit être prise en compte.

→ Méthoxyypyrazine : bien que l'ET favorise leur dégradation, l'effet de l'effeuillage précoce sur l'accumulation de l'IBMP est plus intense

→ Autres métabolites aromatiques du raisin : l'effet de l'ET n'est pas bien compris, vu que la plupart des études ont limité leur recherche à l'impact de l'effeuillage avant véraison tout en maintenant la défoliation après véraison. La déshydratation de la baie en fin de saison (DFS) influence le pool de composés aromatiques du

raisin et du vin en diminuant considérablement la teneur de Beta-Damascénone (NI) et d'esters (via la levure au cours de la fermentation). En revanche, la DFS favorise l'accumulation de composés-C6 et de métabolites impliqués dans la perception du caractère confit comme les furanones et les lactones.

■ Points clés à retenir

L'effeuillage et/ou l'échardage dans la zone fructifère est une méthode culturale puissante pour améliorer/changer la composition du fruit et du vin et les styles de vin. Cela signifie qu'à partir d'un vignoble spécifique, il est possible de produire différents styles de vin/typicités en augmentant l'ensoleillement au niveau des grappes. En appliquant l'effeuillage pour manipuler la composition du fruit, le stade phénologique de la baie doit être pris en compte. A cet effet, le stade phénologique approprié pour augmenter l'ensoleillement au niveau des grappes est le stade petit pois. L'effeuillage appliqué en pré-floraison pourrait aider à réduire la compacité des grappes en réduisant le nombre de fleurs et augmentant l'aération des grappes, pour améliorer les conditions sanitaires et aider à réduire la pourriture grise (*Botrytis cinerea*). L'application de l'effeuillage à la véraison pourrait également réduire les pourritures sur grappes et renforcer la couleur des baies (c'est-à-dire stimuler la biosynthèse d'anthocyanes pour les cépages rouges).

Les interactions entre les facteurs abiotiques, la composition du fruit et du vin, y compris les profils aromatiques du vin, sont complexes, et excepté quelques composés comme l'IBMP (Sauvignon blanc, Merlot, Cabernet Sauvignon), les terpénols (cépages blancs...), le TDN (Riesling...), pour lesquels l'EL et la T vont modifier les profils aromatiques du vin, il est difficile de prédire l'impact du microclimat de la zone des grappes sur les styles de vin. ■

Alain Deloire¹, Suzy Rogiers², Guillaume Antalick³, Anne Pellegrino¹,

¹ Montpellier University, L'Institut Agro (SupAgro-IHEV), France

² NWGIC, Department of Primary Industries-NSW, Australia

³ University of Nova Gorica, Vipava, Slovenia

1 Reshef N., Walbaum N., Agam N., and Fait A., 2017. Sunlight Modulates Fruit Metabolic Profile and Shapes the Spatial Pattern of Compound Accumulation within the Grape Cluster, *Front. Plant Sci.*, <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00070>

2 Shahood R., Rienth M., Torregrosa L., Romieu C. (2015) Evolution of grapevine (*Vitis vinifera* L.) berry heterogeneity during ripening. *19th Int. Symp. GIESCO*, 1-5 June, Gruissan, France.

3 Carbonneau A., Torregrosa L., Deloire A., Pellegrino A., Pantin F., Romieu C., Ojeda H., Jaillard B., Métay A., Abbal P., 2020. *Traité de la Vigne, Physiologie-Terroir-Culture*, Dunod Editeur, Paris, France, ISBN 978-2-10-079857-5, 689 p.

4 Gouot J.C., Smith J.P., Holzapfel B.P., Barril C., 2019. Grape Berry Flavonoid Responses to High Bunch Temperatures Post Véraison: Effect of Intensity and Duration of Exposure, *Molecules*, 24, 4341; doi:10.3390/molecules2423434

5 Blancquaert E. H., Oberholster A., Ricardo-da-Silva J.M., Deloire A.J., 2019. Effects of Abiotic Factors on Phenolic Compounds in the Grape Berry – A Review, *S. Afr. J. Enol. Vitic.*, Vol. 40, No. 1.

6 Suklje K., Lisjak, K., BašaCesnik H., Janeš L., Du Toit W., Coetzee Z., Vanzo A., Deloire A., 2012. Classification of Grape Berries According to Diameter and Total Soluble Solids To Study the Effect of Light and Temperature on Methoxyypyrazine, Glutathione, and Hydroxycinnamate Evolution during Ripening of Sauvignon blanc (*Vitis vinifera* L.), *J. Agric. Food Chem.*, 60, 9454–9461/9456

7 Suklje, K., Antalick, G., Meeks, C., Blackman, J. W., Deloire, A. & Schmidtke, L. M., 2017. Grapes to wine: the nexus between berry ripening, composition and wine style, *International Society for Horticultural Science (ISHS)*, Leuven, Belgium, pp. 43-50, <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1188.6>