

Adaptation du Gamaret aux terroirs viticoles vaudois

Jean-Sébastien REYNARD, Vivian ZUFFEREY, Geneviève-Clara NICOL, Karine PYTHOUD, Lama ALEID-GERMANIER et François MURISIER, Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW

Renseignements: Jean-Sébastien Reynard, e-mail: jean-sebastien.reynard@acw.admin.ch, tél. +41 22 363 43 69, www.agroscope.ch



Grappe de Gamaret à maturité.

Introduction

L'incidence du milieu naturel sur la qualité et la typicité des vins est largement reconnue. Dans le monde viticole, cette idée, associée au savoir-faire de l'homme, est le fondement de la notion de terroir. Ce concept a surtout été utilisé en viticulture européenne mais, depuis quelques années, la plupart des régions viticoles du monde s'interrogent sur son utilisation et bon nombre entreprennent des approches scientifiques pour caractériser leurs terroirs et cerner les phénomènes qui

lient la vigne à son milieu. De nombreuses études ont montré l'importance des facteurs physiques comme le sol et le climat dans la notion de terroir (Morlat 2001), qui influence à son tour le comportement physiologique et agronomique de la vigne. Selon plusieurs auteurs, ses principaux effets concernent l'alimentation hydrique et azotée de la vigne (Peyrot des Gachons *et al.* 2005; Zufferey *et al.* 2006; Van Leeuwen *et al.* 2009; Reynard *et al.* 2011) et la précocité phénologique (Morlat 2001; Burgos *et al.* 2010).

L'ensemble de la profession vitivinicole vaudoise a fait office de pionnier en 2000, en commençant d'étudier scientifiquement ses terroirs viticoles, grâce au soutien de l'Association pour l'étude des terroirs viticoles vaudois, en collaboration avec plusieurs partenaires (Bureau Sigales, Agroscope Changins Wädenswil (ACW), Ecole d'ingénieurs de Changins, Ecole polytechnique fédérale de Lausanne). Ainsi, de 2000 à 2003, la première phase du projet a permis de caractériser le sol et le climat, les deux facteurs majeurs du terroir, et de les cartographier à l'échelle du vignoble vaudois (Letessier et Fermond 2004; Pythoud 2004).

La deuxième phase (2007–2010) s'est intéressée à l'adaptation des cépages aux différents terroirs viticoles identifiés dans la première phase. Un réseau de 130 parcelles constitué de dix cépages a ainsi été planté en 2003 dans différentes situations pédoclimatiques du canton de Vaud. Sur trois millésimes (2007–2009), chaque parcelle a été suivie au niveau agronomique et physiologique pour identifier les relations entre terroir et qualité des raisins. La récolte de chaque parcelle a ensuite été vinifiée séparément à la cave expérimentale d'Agroscope ACW. Des analyses sensorielles et chimiques ont servi à caractériser les différents vins produits et à relier ces résultats avec les diverses conditions pédoclimatiques. Le présent article analyse le comportement du cépage Gamaret. Les résultats concernant les neuf autres cépages de l'étude sont disponibles sur les sites www.agroscope.ch et www.prometerre.ch. Le rapport complet de l'étude peut être commandé en version papier auprès de ProConseil, 021 614 24 31 ou proconseil.viti@prometerre.ch.

Matériel et méthodes

Données climatiques 2007–2009

Les données climatiques des trois années d'expérimentation ont été enregistrées par la station météorologique de Pully (fig.1). Le millésime 2007 a été caractérisé par d'abondantes précipitations estivales et un mois d'avril particulièrement chaud. Les paramètres climatiques de l'année 2008, surtout les précipitations, ont été similaires à la moyenne des trente ans (1961–1990), mais marqués par des températures plutôt fraîches pendant la maturation. L'été 2009 a été très chaud (température moyenne du mois d'août = la troisième plus élevée depuis le début des mesures en 1864) et sec. La quantité de précipitations des mois d'août et septembre n'a atteint que 50 % de la valeur moyenne des trente ans.

Mésoclimat et sol

Dans la première phase d'étude, les particularités climatiques du vignoble ont été relevées pour chaque région. Chaque situation étant soumise à des échanges thermiques et des conditions géographiques ou topographiques particulières, une approche par modèle a été adoptée (Pythoud 2004). Celle-ci a permis d'intégrer des facteurs essentiels tels que la température, le rayonnement solaire et la protection face aux vents dominants. Un indice climatique global intégrant ces différents facteurs a été mis au point. Principalement axé sur l'altitude, l'exposition et l'énergie solaire potentielle reçue en cours de saison, cet indice permet d'estimer assez précisément les conditions mésoclimatiques de chaque parcelle du réseau d'étude.

Le glacier du Rhône a joué un rôle fondamental dans le modelage des sols du vignoble vaudois (Letessier et Fermond 2004). Près de 80 % de sa surface a été

Résumé Le comportement physiologique et agronomique du Gamaret a été étudié de 2007 à 2009 sur un réseau de vingt-cinq parcelles représentatif des différentes conditions pédoclimatiques du vignoble vaudois. Les raisins de chaque parcelle ont été vinifiés séparément et les vins analysés chimiquement et sensoriellement, afin d'identifier les relations entre les profils sensoriels des vins et les conditions pédoclimatiques de la zone de production (terroir). Les conditions climatiques (altitude et rayonnement) ont influencé la physiologie de la vigne (précocité à la véraison) et la composition des moûts (acidité totale). Par contre aucune relation n'a été observée entre le climat et les caractères sensoriels des vins. Les facteurs pédologiques de chaque parcelle ont influencé le comportement physiologique de la vigne (alimentation hydrique et azotée). Durant le millésime sec de 2009, le régime hydrique de la vigne entre la véraison et la récolte a été en étroite relation avec la réserve utile en eau des sols (RU): la taille des baies était plus petite et l'intensité colorante des vins plus élevée dans les parcelles avec une contrainte hydrique modérée durant la maturation du raisin. La contrainte hydrique a eu un effet positif sur la qualité générale des vins (bouquet et tanins). La teneur en composés azotés des raisins (indice de formol) des différentes parcelles du réseau a été très différente. Généralement, les vignes installées sur des sols limitant la colonisation racinaire en profondeur (moraines compactes) ont donné des moûts avec des indices de formol faibles. L'indice de formol des moûts a joué un rôle important dans la qualité organoleptique des vins. Les vins issus de parcelles où la vigne était faiblement alimentée en azote ont présenté de l'astringence et des tanins secs et leur qualité a été jugée moins intéressante.

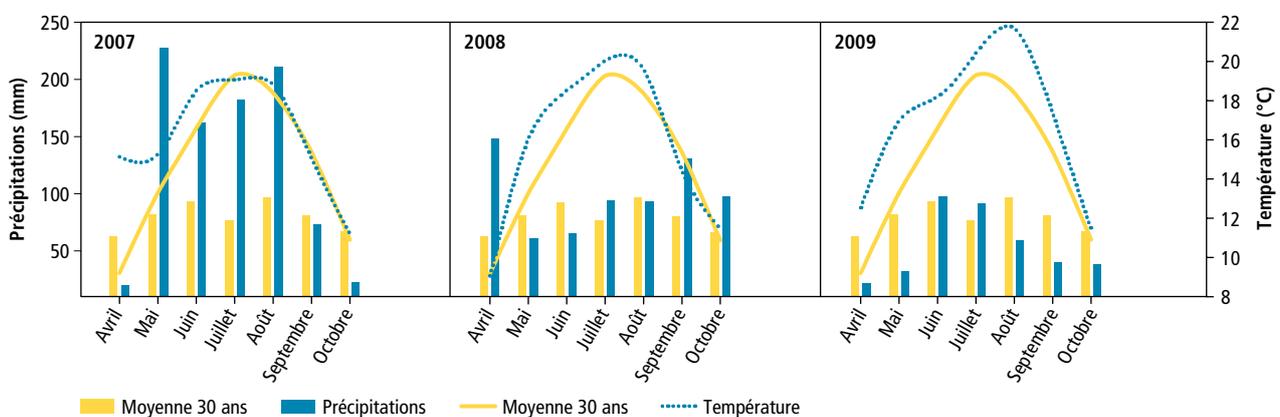


Figure 1 | Somme des précipitations et température moyenne sur le site de Pully, de 2007 à 2009, en comparaison avec la moyenne des trente ans (1961–1990).

influencée par ses dépôts morainiques plus ou moins compacts. Le glacier a également mis à nu, par endroits, la roche ancienne (en majorité de la molasse) en rabotant les sols en place. Les sols viticoles vaudois peuvent être classés selon leur origine dans ces principales catégories: sols issus de moraines, sols issus de molasse ou de roches calcaires et sols issus d'éboulis, d'alluvions ou de colluvions. Letessier et Fermond (2004) donnent une description complète de chaque catégorie de sol.

Dispositif expérimental

Les vingt-cinq micro-parcelles de Gamaret représentatives du vignoble vaudois ont été plantées en 2003. Après une phase d'installation de quatre ans, les vignes ont été étudiées à l'âge de cinq à sept ans. Le porte-greffe est le 3309C, largement dominant dans le vignoble vaudois. Sur deux parcelles, le fort taux de calcaire actif a imposé le choix du porte-greffe Fercal. Le mode de conduite principal est l'espalier à plan de palissage vertical avec une taille Guyot simple. La densité de plantation des micro-parcelles est en moyenne de 7100 ± 1300 ceps/ha. Ce critère est représentatif des particularités de chaque région, principalement en lien avec le type de mécanisation utilisé par chaque exploitation. Les rangs sont le plus souvent orientés nord-sud, et pour la majorité enherbés un rang sur deux.

Pour la mise en valeur des données de l'étude des cépages, différentes catégories de sol ont été regroupées en sept grands types géopédologiques. Ainsi, chaque parcelle appartient à l'un ou l'autre de ces sept types (tabl.1). Paramètre fondamental en viticulture, la disponibilité en eau des sols est appréciée par l'estimation de la **réserve utile des sols (RU)**. Cette réserve est élaborée sur la base de la pierrosité (quantité d'éléments grossiers), de la texture et de la profondeur d'enracinement de la vigne et s'exprime en mm d'eau

disponible (Letessier et Fermond 2004). Les différentes parcelles ont été regroupées en trois classes de RU: RU faible (< 100 mm), RU moyenne (entre 100 et 150 mm) et RU forte (> 150 mm) (tabl.1).

Physiologie de la vigne

Les principaux stades phénologiques (débourrement, floraison, véraison) ont été enregistrés sur toutes les parcelles pour les trois saisons étudiées.

Le régime hydrique de la vigne a été étudié au moyen des potentiels hydriques et du rapport isotopique du carbone dans les moûts à la vendange (rapport $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ou Delta C^{13}) (Trégoat *et al.* 2002). Ce rapport isotopique est influencé par les conditions environnementales notamment le régime hydrique de la plante en cours de saison. Les valeurs de Delta C^{13} dans les moûts à la vendange indiquent ainsi le niveau de contrainte hydrique subi par la vigne entre la véraison et la récolte.

La nutrition azotée de la vigne a été évaluée par l'indice chlorophyllien (N-Tester), le diagnostic foliaire et l'indice de formol des moûts (Spring et Zufferey 2000).

Maturation du raisin

La maturation du raisin a été suivie dès la véraison par l'échantillonnage hebdomadaire de deux cents baies, en mesurant le poids des baies (g), l'acidité totale (g ac. tartrique/l), acide tartrique (g/l), acide malique (g/l), les sucres réducteurs (°Oe), le pH et les composés azotés exprimés par l'indice de formol (azote assimilable par les levures; Aerny 1996).

Vinifications, analyses chimiques et sensorielles des vins

Cent cinquante kilos de vendange par parcelle ont été prélevés chaque année. La vinification des vingt-cinq parcelles a été conduite selon des méthodes classiques sous la responsabilité du même œnologue à la cave

Tableau 1 | Répartition des parcelles de Gamaret en fonction des types de sol et de leur réserve utile en eau (RU)

Types de sol	Réserve utile en eau des sols (RU)		
	Faible (< 10 mm)	Moyenne (100–150 mm)	Forte (> 150 mm)
Moraines caillouteuses			209 (Rivaz)
Moraines de fond	222 (Lutry), 301 (Echichens)	341 (Begnins)	315 (Perroy), 316 (Aubonne), 303 (Morges)
Autres moraines	101 (Bex), 406 (Champagne), 402 (Agiez)		204 (Blonay), 328 (Gilly), 223 (Lutry)
Molasses sablo-gréseuses			416 (Constantine)
Marnes / Molasse à bancs de marne			401 (Rances), 216 (Grandvaux)
Peysrosols	109 (Aigle), 327 (Gilly), 302 (Saint-Prex), 118 (Villeneuve), 113 (Yvorne)	350 (Founex), 349 (Commugny)	
Colluviosols			407 (Bonvillars), 356 (Begnins)

expérimentale d'ACW à Changins avec un protocole standard. Des analyses classiques ont été réalisées sur le vin en bouteille, les teneurs en anthocyanes (mg/l) et l'intensité de la couleur (absorbances à 420 et 520 nm). Les vins ont été dégustés par le panel de 12–14 personnes d'ACW chaque printemps suivant la récolte.

Résultats et discussion

Influence du climat

La précocité de la véraison a influencé l'acidité totale des moûts à la vendange: en effet, les teneurs en acidité totale étaient inférieures dans les moûts des parcelles précoces. De plus, l'altitude a influencé la précocité: les parcelles implantées dans la partie haute du vignoble ont atteint la véraison plus tard et leurs moûts avaient une acidité totale légèrement plus élevée à la vendange. Néanmoins, aucune relation n'a été observée entre les descripteurs sensoriels des vins et la précocité du site, ni avec son indice climatique (altitude et rayonnement solaire reçu).

Le Gamaret présente un bon potentiel d'adaptation aux différentes conditions climatiques du vignoble vaudois. De plus, ses vins ont présenté peu de différences qualitatives entre les millésimes. Ainsi, dans cette étude, le climat n'a pas été un facteur majeur d'explication des différences organoleptiques des vins de Gamaret produits dans le vignoble vaudois.

Effets de l'alimentation hydrique de la vigne

La figure 2 présente les résultats de la discrimination isotopique du carbone des moûts durant les trois millésimes en fonction des réservoirs hydriques (RU). En 2007 et 2008, l'alimentation hydrique de la vigne n'a pas été limitante en raison des précipitations estivales

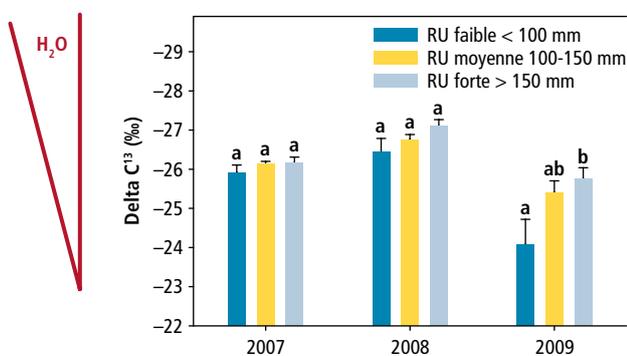


Figure 2 | Rapport isotopique du carbone (Delta C¹³) dans les sucres des moûts à la vendange de 2007-2009 selon différentes réserves utiles (RU faible, N = 10; moyenne, N = 3; forte, N = 12). Les moyennes portant la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%. Gamaret, Canton de Vaud (CH).

régulières et abondantes. Par contre, l'été sec et chaud de 2009 a provoqué une contrainte hydrique modérée à forte, mais uniquement sur les parcelles à faibles réserves utiles. L'alimentation hydrique a fortement influencé le poids des baies (fig. 3). Sur les parcelles où le stress hydrique était le plus fort, le poids des baies a été réduit de 40 %. L'étude de la relation entre l'alimentation hydrique de la vigne (mesurée par le Delta ¹³C) et le poids de la baie à la vendange confirme son effet majeur sur le développement des baies. Les mesures de potentiels hydriques de la vigne ont confirmé les résultats obtenus avec la discrimination isotopique du carbone (résultats non présentés).

Le régime hydrique de la vigne a influencé les paramètres chimiques et organoleptiques des vins. La figure 4 présente son effet sur l'intensité colorante des vins de Gamaret. Lors du millésime sec de 2009, les

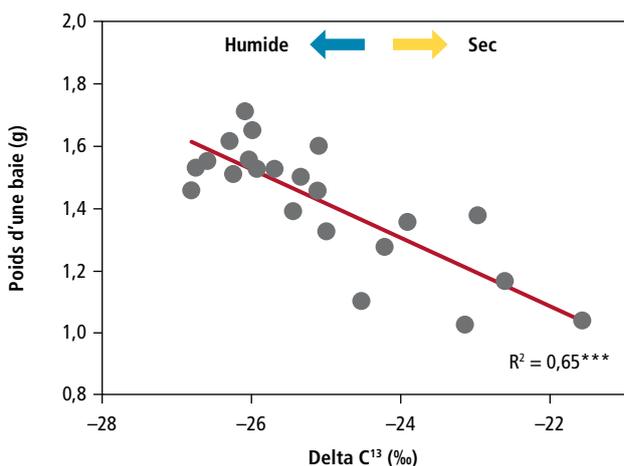


Figure 3 | Relation entre l'alimentation hydrique de la vigne (Delta C¹³) et le poids moyen de la baie à la vendange. Gamaret, Canton de Vaud (CH), 2009.

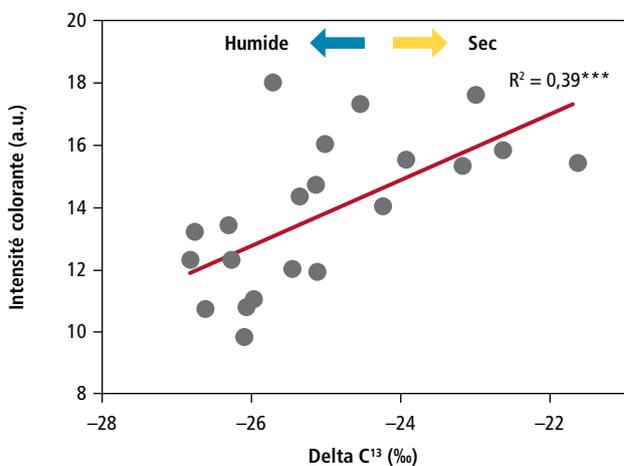


Figure 4 | Relation entre l'alimentation hydrique de la vigne (Delta C¹³) et l'intensité colorante des vins. Gamaret, Canton de Vaud (CH), 2009.

vignes implantées sur des sols à faible réserve en eau ont produit des vins avec une plus forte intensité colorante. La contrainte hydrique a également eu tendance à améliorer la qualité générale des vins. La qualité du bouquet et des tanins a généralement été mieux appréciée dans les vins issus de vignes modérément à fortement stressées, comme le confirme l'analyse sensorielle des vins en 2009.

Influence de l'alimentation azotée de la vigne

L'azote est un des minéraux indispensables à la croissance de la vigne qui en absorbe une quantité importante. Il joue aussi un rôle fondamental en vinification comme source de nutriments pour les levures. La déter-

mination de l'indice de formol des moûts permet d'estimer la quantité d'azote assimilable par les levures lors de la fermentation alcoolique. La figure 5 présente les valeurs moyennes, minimales et maximales d'indice de formol dans les parcelles étudiées, indice très variable d'une parcelle et d'un millésime à l'autre. Pour un millésime donné, l'indice de formol des moûts les plus riches en azote a été jusqu'à quatre fois plus élevé que celui des moûts les plus pauvres. Les composés azotés des moûts font partie des paramètres qui ont le plus varié entre les différents terroirs. Les méthodes culturales (fertilisation et couverture du sol) des différentes parcelles ayant été similaires, cette forte variation reflète avant tout l'effet du terroir. L'influence des facteurs

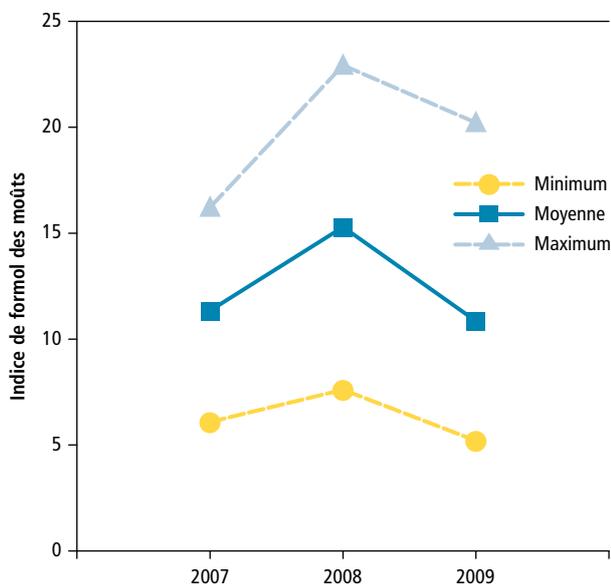


Figure 5 | Valeurs minimales, maximales et moyennes des vingt-cinq parcelles de l'indice de formol des moûts de 2007 à 2009. Gamaret, Canton de Vaud (CH).

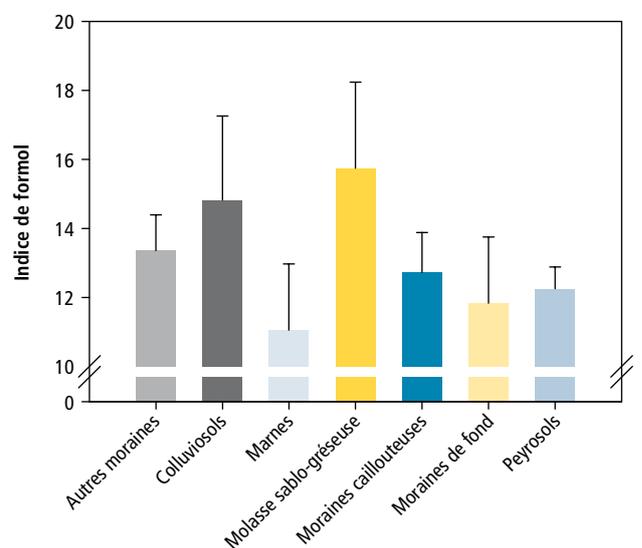


Figure 6 | Moyennes des indices de formol des parcelles appartenant à chaque type de sol de 2007 à 2009. Gamaret, Canton de Vaud (CH).

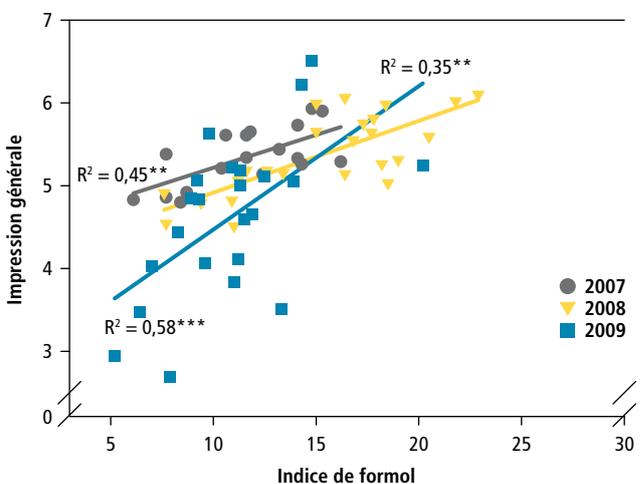
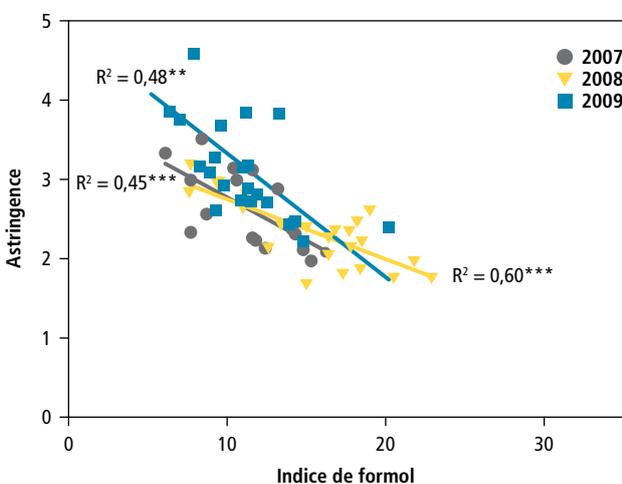


Figure 7 | Relation entre l'indice de formol et les descripteurs astringence et impression générale des vins. Gamaret, Canton de Vaud (CH), 2007–2009.

environnementaux sur l'alimentation azotée de la vigne est encore mal cernée, mais le type de sol, l'enracinement de la vigne et l'alimentation hydrique semblent jouer un rôle important.

La figure 6 présente les valeurs d'indice de formol par type de sol. Généralement, les vignes implantées sur des sols qui limitent la colonisation racinaire en profondeur (moraines compactes et marnes) ont donné des moûts avec des indices de formol plus faibles que les vignes sur sols permettant un bon enracinement, comme les colluviosols.

L'indice de formol a influencé notablement la qualité organoleptique des vins (fig. 7). Sur les trois ans d'étude, l'indice de formol est apparu négativement corrélé au descripteur astringence et positivement corrélé avec l'impression générale. Le niveau d'azote des raisins se révèle ainsi un facteur important pour expliquer les différences notées lors de l'analyse sensorielle des vins. Sur les parcelles caractérisées par une faible alimentation azotée, les vins produits ont été jugés astringents avec des tanins secs et qualitativement moins intéressants. La qualité de ces tanins ne semblait pas s'améliorer après trois ans de vieillissement en bouteille.

Conclusions

- Le Gamaret est un cépage à fort potentiel d'adaptation. Sa très bonne résistance à la pourriture permet de retarder la date de vendange et ainsi d'améliorer la qualité des vins.
- Toutefois, avec des moûts fortement carencés en azote, des notes d'astringence et des tanins peu qualitatifs peuvent apparaître dans les vins. Dans des zones sensibles, comme des sols qui limitent l'enracinement de la vigne (moraines de fond, etc.), l'alimentation azotée de la vigne doit donc être maîtrisée.
- La couverture du sol, les apports d'azote au sol et si nécessaire par voie foliaire doivent être raisonnés.
- En 2009, un millésime sec, le régime hydrique de la vigne a pu être directement corrélé avec la réserve hydrique des sols.
- L'analyse sensorielle des vins a confirmé le rôle positif d'une contrainte hydrique modérée. ■

Remerciements

Les auteurs remercient vivement la Commission pour la technologie et l'innovation (CTI) pour son aide financière. Les membres du comité du projet et l'Association pour l'étude des terroirs viticoles vaudois, en particulier son président Olivier Ducret, sont chaleureusement remerciés pour leur confiance ainsi que David Rojard (chef du projet) pour son soutien. Notre gratitude va également à tous les collègues d'ACW pour leur précieuse collaboration, de même qu'à tous les vigneronns qui ont participé à ce projet.

Bibliographie

- Aerny J., 1996. Composés azotés des moûts et des vins. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **28** (4), 161–165.
- Burgos S., Almendros S. & Fortier E., 2010. Facteurs environnementaux et phénologie de la vigne dans le canton de Genève. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **42** (5), 288–295.
- Letessier I. & Fermond C., 2004. Etude des terroirs viticoles vaudois. 2. caractérisation des sols. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **36** (4), 4–10.
- Morlat R., 2001. Terroirs viticoles: Etude et valorisation. Editions Oenoplurimédia, collection Avenir Oenologie, 120 p.
- Peyrot des Gachons C. P., Van Leeuwen C., Tominaga T., Soyer J. P., Gaudillère J. P. & Dubourdieu D., 2005. Influence of water and nitrogen deficit on fruit ripening and aroma potential of *Vitis vinifera* L. cv Sauvignon blanc in field conditions. *J. Sci. Food Agric.* **85**, 73–85.
- Pythoud K., 2004. Etude des terroirs viticoles vaudois. 3. modélisation des paramètres climatiques. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **36** (4), 10–14.
- Reynard J.-S., Zufferey V., Nicol G.-C. & Murisier F., 2011. Vine water status as a parameter of the «terroir» effect under the non-irrigated conditions of the Vaud viticultural area (Switzerland). *J. Int. Sci. Vigne Vin* **45**, 139–147.
- Reynard J.-S., Zufferey V., Nicol G.-C. & Murisier F., 2011. Soil parameters impact the vine-fruit-wine continuum by altering vine nitrogen status. *J. Int. Sci. Vigne Vin* **45**, 211–222.
- Spring J.-L. & Zufferey V., 2000. Intérêt de la détermination de l'indice chlorophyllien du feuillage en viticulture. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **32** (6), 323–328.
- Spring J.-L., Zufferey V. & Viret O., 2009. Interaction between leaf surface and nitrogen supply in grapevine plants: observations on Chasselas and Pinot noir vines. Proceedings of the 16th International GiESCO Symposium. Davis (USA), 129–134.
- Trégoat O., Van Leeuwen C., Choné X. & Gaudillère J. P., 2002. The assessment of vine water and nitrogen uptake by means of physiological indicators influence on vine development and berry potential. *J. Int. Sci. Vigne Vin* **36**, 133–142.
- Van Leeuwen C., Trégoat O., Choné X., Bois B., Pernet D. & Gaudillère J. P., 2009. Vine water status is a key factor in grape ripening and vintage quality for red Bordeaux wine. How can it be assessed for vineyard management purposes. *J. Int. Sci. Vigne Vin* **43**, 121–134.
- Zufferey V. & Murisier F., 2006. Terroirs viticoles vaudois et alimentation hydrique de la vigne. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **38** (5), 283–287.

Summary ■ **Performance of the cv. Gamaret under pedoclimatic conditions of the Vaud area, Switzerland**

From 2007 to 2009, physiologic and agronomic behaviour of Gamaret was studied under several pedoclimatic conditions of the Vaud area. Twenty five plots were set up with homogeneous material of Gamaret cultivar, and their grapes were vinified separately to carry out chemical and sensory wine analysis. This study aimed to evaluate the influence of the Vaud viticultural area terroirs on the vine-fruit-wine continuum. Despite the effect of climatic factors on vine physiology (precocity of veraison) and must composition (titratable acidity), no clear effect on wine sensory characteristics was evidenced. On the other hand, geopedology clearly influenced vine physiology (water and nitrogen status). During the dry season 2009, the vine water status was significantly different among plots and closely related to soil water holding capacity. Furthermore, the level of vine water status influenced both fruit (berry weight) and wine composition (colour density). Sensory analysis on wines confirmed the positive influence of moderate water constraint during grape maturation. Vine nitrogen status was monitored by measuring yeast assimilable nitrogen (YAN) in the must. YAN varied greatly among plots. Vines grown on soils which limit roots colonization (e.g. compact moraines) tend to have a lower YAN in the must. Vine nitrogen status was thus a key factor for wine quality. Wines made from grapes with low assimilable nitrogen had negative sensory characteristics such as astringency and dry tannins.

Key words: terroir, vine nitrogen status, wine quality, vine-fruit-wine continuum.

Zusammenfassung ■ **Verhalten der Gamaret in verschiedenen Reblagen des Waadtlands**

Physiologische und agronomische Beobachtungen, chemische und sensorische Weinanalysen wurden auf 25 Parzellen realisiert während den Jahren 2007–2009. Das Ziel dieser Studie war die Abschätzung der Wirkung des Terroirs (naturgegebenen Faktoren eines bestimmten Reblagens) auf der Weinqualität. Während der drei Versuchsjahren wurde keine Beziehung zwischen klimatische Faktoren und Weinqualität festgestellt. Die Geologie hatte einen entscheidenden Einfluss auf der Physiologie der Rebe (Wasser- und Stickstoffversorgung). Im 2009, ein trockener Jahrgang, es wurde eine enge Verbindung zwischen dem Rebenwasserzustand und die verfügbare Bodenwasserreserve festgestellt. Standorte mit moderatem Wasserstress zeigten ein geringeres Wachstum (Beeren-Gewicht) und produzierten Weine mit einer intensiven Farbe. Die Stickstoffversorgung der Rebe wurde analysiert durch den Gehalt an hefeferwertbarem Stickstoff im Most. Die Moststickstoffwerte zeigten grosse Schwankungen zwischen Standorte. Der Stickstoffgehalt im Most erweist sich als Faktor, der die Weinqualität in erheblichem Ausmass zu beeinflussen scheint.

Riassunto ■ **Comportamento del Gamaret nelle condizioni pedoclimatiche del vigneto vodese**

Dal 2007 al 2009 il comportamento del Gamaret è stato studiato nelle diverse situazioni pedoclimatiche del vigneto vodese. Venticinque vigneti sono state oggetto di osservazioni fisiologiche ed agronomiche. L'uva di questi appezzamenti è stata vinificata separatamente e seguito di analisi chimiche e sensoriali su vini. Le condizioni climatiche (altitudine e irradiazione solare) hanno influenzato la fisiologia della vite (precocità dell'invasitura) e la composizione dei mosti (acidità totale), però nessuna relazione è stata osservata tra il fattore climatico e le caratteristiche sensoriali dei vini. I fattori pedologici hanno influenzato la fisiologia della vite per l'alimentazione idrica e azotata. Nel 2009 (annata asciutta) è stata dimostrata una relazione stretta tra il regime idrico della vite e la riserva utile in acqua dei suoli (RU). Le vigne che hanno subito uno stress idrico durante la maturazione dell'uva, hanno prodotto degli acini più piccoli e l'intensità del colore del loro vino era più forte. L'analisi sensoriale dei vini ha confermato il ruolo positivo di uno stress idrico moderato sulla qualità generale dei vini (bouquet e tannini). I mosti con basso tasso d'azoto (indice di formol) sono stati ricavati dalle vigne cresciute sui suoli che limitano la dispersione delle radici in profondità (ad esempio le morene compatte). Il tasso d'azoto dei mosti ha avuto un ruolo rilevante sulla qualità organolettica dei vini. Le vigne caratterizzate da un'alimentazione azotata debole hanno prodotto dei vini più astringenti e con tannini secchi e loro qualità era giudicata meno interessante.