

Suivi de la maturation des raisins de cépages rouges

I. Synthèse des résultats sur Gamaret

S. DE MONTMOLLIN, Ph. DUPRAZ, Ch. GUYOT¹, Ecole d'ingénieurs de Changins, 1260 Nyon
J.-M. SIEFFERMANN, Laboratoire de perception sensorielle et de sensométrie,
Ecole nationale supérieure des industries agricoles et alimentaires, F-91744 Massy Cedex

@ E-mail: simone.demontmollin@usoe.ch
Tél. (+41) 79 69 14 092.

Résumé

Le suivi de la maturation des raisins de Gamaret a été effectué de 2003 à 2005 sur un réseau de quinze parcelles en Suisse romande. Deux méthodes ont été utilisées: l'analyse sensorielle des baies et l'analyse des anthocyanes libres pour suivre l'évolution des polyphénols. Les raisins de quatre parcelles provenant de récoltes successives ont été vinifiés. L'analyse sensorielle des baies s'est avérée un outil performant pour définir les qualités organoleptiques du raisin. L'efficacité des descripteurs dépendait du cépage et, dans une certaine mesure, du millésime. Une fiche d'analyse sensorielle des baies spécifique au Gamaret a pu être établie, permettant un gain de temps pour le dégustateur. L'évolution des anthocyanes libres du raisin est indépendante des autres paramètres (sucres, acides). L'interprétation des mesures est facilitée par l'utilisation d'une courbe de tendance. Les vins issus de la troisième date de récolte sont les plus riches en couleur et les plus appréciés à la dégustation. Ils sont jugés plus intenses, complexes, ronds, vineux et de meilleure constitution tannique. La troisième récolte est effectuée en moyenne douze jours après le maximum anthocyanique.

à 2005, avec des résultats plus détaillés concernant quatre parcelles vinifiées: Peissy (GE), Romanel-sur-Morges (VD), Valeyres-sous-Rances (VD) et Vollèges (VS). Les résultats du Pinot noir (II) seront présentés dans une publication ultérieure.

Résultats sur Gamaret

Analyse sensorielle des baies

Des observations récoltées au cours des trois millésimes ont permis de définir des profils sensoriels des baies de Gamaret à différents stades de maturité.

Tous les descripteurs n'ont pas montré la même efficacité, soit par la difficulté des juges à les utiliser, soit parce que l'évolution au cours de la maturation était peu significative. Toutefois, il est possible d'esquisser des profils de Gamaret «peu mûr» obtenus à la 1^{re} date de récolte (fig. 1) et de Gamaret «mûr» obtenus à la 3^e date de récolte (fig. 2; Kellenberger, 2005). Les profils «peu mûr» sont assez semblables pour les deux parcelles les plus précoces (Peissy et Romanel-sur-Morges), bien que l'intensité des perceptions puisse varier. Les descripteurs homogénéité de la couleur des pépins et acidité de la pulpe différencient les parcelles plus tardives (Valeyres-sous-Rances et Vollèges) des deux autres. Les profils «mûr» sont très semblables. Vollèges présente la maturité la moins avancée des quatre parcelles pour les deux dates.

Introduction

L'importance de la qualité des polyphénols du raisin dans l'élaboration de vins rouges n'est plus à démontrer. La connaissance du stade de maturité de ces composés facilite la prise de décisions quant au choix de la date de récolte et des techniques de vinification. Différentes méthodes utilisées pour le suivi de la maturation phénolique ont fait l'objet d'une évaluation préliminaire présentée dans la *Revue suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture*

(De Montmollin et Dupraz, 2003). Un projet de recherche appliquée a été mené de 2003 à 2005 sur un réseau de quinze parcelles en Suisse romande. Le Gamaret a été choisi pour acquérir des références quantitatives et qualitatives permettant d'affiner l'interprétation des courbes d'accumulation anthocyanique obtenues lors du suivi phénolique. Des observations comparables ont été effectuées sur un réseau de parcelles de Pinot noir. Le dispositif mis en place, le matériel, les méthodes utilisées ainsi que les résultats de la phase I ont été présentés dans la *Revue suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture* (De Montmollin *et al.*, 2004). La présente publication (I) fait la synthèse des résultats obtenus sur le Gamaret de 2003

¹Avec la collaboration technique de S. Butticaz, D. Brückner, Ph. Corthay, E. Danthe, Y. Fournier, P. Hippenmeyer, S. Maréchal, V. Pont, A. Riedo, Ph. Vautier.

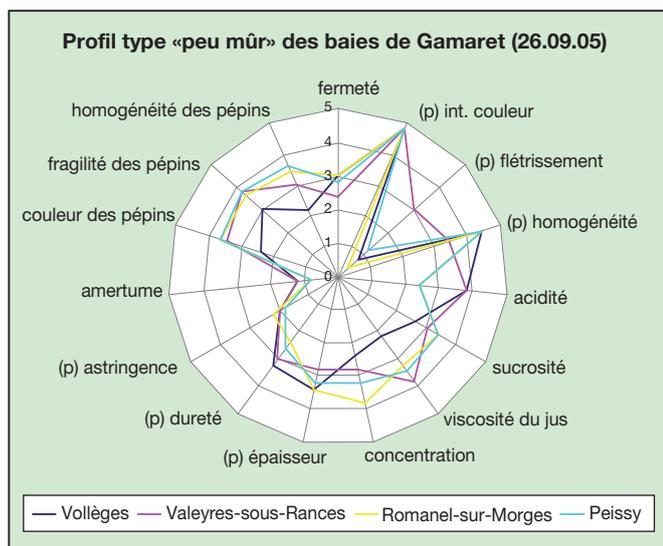


Fig. 1. Baies de Gamaret, profil sensoriel type «peu mûr» effectué en 2005 sur les quatre parcelles vinifiées – 1^{re} date de récolte (26.09.2005); (p) = pellicule.

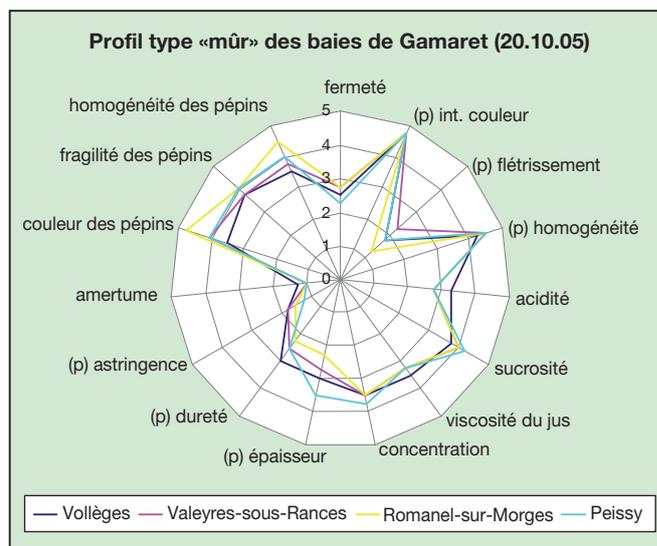


Fig. 2. Baies de Gamaret, profil sensoriel type «mûr» effectué en 2005 sur les quatre parcelles vinifiées – 3^e date de récolte (20.10.2005); (p) = pellicule.

En résumé, il est possible de souligner des caractéristiques sensorielles spécifiques au Gamaret:

- La pellicule se colore tôt dans la phase de maturation et une coloration complète est toujours atteinte rapidement. Les grappes sont assez homogènes et ne flétrissent guère, même lors de vendanges très tardives.
- La pulpe est bien sucrée avec une acidité qui reste présente en arrière-plan. Les arômes sont concentrés et restent longtemps sur des notes de «fruit frais».
- La pellicule reste plutôt épaisse, relativement dure, et évolue rapidement vers des arômes de fruits frais. Son astringence (tanins) est perçue en début de maturité. Elle reste néanmoins longtemps sur des caractères «secs et verts» avant d'évoluer vers des notes «fermes».
- Les pépins se lignifient lentement. Ils tournent vite au brun tout en conservant longtemps une hétérogénéité de couleur. Leurs traces vertes ne disparaissent qu'en fin de saison (mi-octobre).

Synthèse des descripteurs efficaces

Les descripteurs retenus par degré d'efficacité pour établir une fiche d'analyse sensorielle des baies spécifiques au Gamaret sont résumés dans le tableau 1. Cette simplification permet un gain de temps, une économie de concentration et de fatigue pour le dégustateur, sans perte d'information.

Rôle des parcelles ou des millésimes

La performance des descripteurs révèle une réponse différente des parcelles et des millésimes à la méthodologie sensorielle mise en œuvre. Dans deux parcelles (Valeyres-sous-Rances et Vollèges), les évolutions significatives (tous descripteurs confondus) ont été plus fréquentes au cours des trois années d'expérimentation. A Peissy et à Romanel-sur-Morges, les évolutions les plus significatives ont été remarquées pour le millésime 2004 seulement. Valeyres-sous-Rances et Vollèges sont des situations plus fraîches climatiquement, tout comme le millésime 2004 en général. Dans ces conditions, la maturation est plus lente et progressive, ce qui pourrait expliquer la meilleure assurance statistique de l'analyse sensorielle des baies.

Suivi de la maturation des polyphénols par la mesure des anthocyanes libres

Mode opératoire

La méthode ITV (ITV, 1995) pour suivre l'évolution des anthocyanes libres du raisin au cours de la maturation a été utilisée. Quelques adaptations des protocoles de mise en œuvre et de mesures ont été effectuées pour satisfaire aux contraintes d'un laboratoire d'analyses standard et optimiser le rendement. La fiabilité de la méthode d'analyse adaptée est confirmée avec un coefficient de variabilité moyen de 2,55% (tabl. 2). La reproductibilité des résultats obtenus entre deux laboratoires sur la base d'échantillons distincts est bonne avec un coefficient de corrélation R de 0,86 (fig. 3).

Tableau 1. Synthèse des descripteurs sensoriels efficaces sur Gamaret.

	Descripteurs efficaces	Evolution au cours de la maturation
Toucher	Fermeté des baies	Diminution marquée en fin de maturation, à la période des vendanges
Visuel	Flétrissement	Augmentation marquée en fin de maturation, à la période des vendanges
Bouche		
Pulpe et jus	Arômes	Diminution de caractères végétaux, apparition et augmentation de caractères complexes (fruit, épice, confit...)
Pellicule	Arômes	Diminution de caractères végétaux, apparition et augmentation de caractères complexes (fruit, épice, confit...)
Pépins	Couleur Consistance	Evolution constante vers le brun Evolution constante vers le croquant

Un laboratoire standard équipé de spectrophotométrie peut sans difficulté intégrer ces analyses en routine. Actuellement, la technique repose sur une extraction physique (broyage) et chimique (solution hydroalcoolique) des composés phénoliques puis par l'analyse des anthocyanes par spectrophotométrie.

La phase de préparation des extractions ainsi que la durée de macération sont deux facteurs contraignants (environ deux personnes pour 20-24 analyses/jour avec un matériel standard) qui ne peuvent guère être améliorés.

Pour les mesures, il est possible de diminuer les doses de solvants d'environ 70%. Un protocole adapté à cet effet en 2004 est disponible sur demande, permettant une économie significative du temps de préparation.

Interprétation des courbes

Les mesures d'anthocyanes au cours de la maturation donnent des résultats quantitatifs et reproductibles. L'interprétation de la série de points obtenue impose une approche empirique et multifactorielle. Les informations données par l'évolution des anthocyanes ne sont que partielles au regard de la diversité des composés phénoliques impliqués, et par le fait que les phénomènes biochimiques de régulation et de synthèse de ces composés ne sont pas encore totalement définis. Il paraît donc approprié de parler de tendance.

Une courbe de type polynomial d'ordre 2 est la plus à même de représenter l'évolution de l'accumulation anthocyanique en lissant les variations ponctuelles. Elle permet de dessiner une tendance dont la fiabilité est appréciée grâce au coefficient de détermination (R^2). Le coefficient moyen obtenu pour les trois millésimes, toutes parcelles confondues, est de 0,87, ce qui peut être considéré comme très bon en agronomie (tabl. 3).

Les coefficients les plus bas sont obtenus sur les parcelles les plus précoces. Ainsi, plus l'accumulation des anthocyanes est lente et progressive, meilleur est le coefficient. En d'autres termes, des variations plus grandes d'accumulation entre les mesures sont observées dans les parcelles précoces.

On notera aussi que les coefficients de détermination sont généralement très bons durant la phase de biosynthèse des anthocyanes qui à ce stade sont glycosylées. De plus grandes fluctuations étant observées dès la période de transition (fig. 4), le coefficient diminue aussi. Les formes chimiques sont-elles différentes? Ces fluctuations n'ont pour

Tableau 2. Résultat de l'étude de répétabilité sur le mode opératoire (mise en œuvre + analyse) en vue de l'analyse des anthocyanes libres du raisin par la méthode ITV, adaptée par EIC.

Mise en œuvre + analyse	Coefficient de variabilité			
	2003	2004	2005	Moyenne
Anthocyanes (mg/l)	3,19%	2,84%	1,62%	2,55%
Polyphénols totaux (IPT)	9,81%	8,65%	9,09%	9,18%

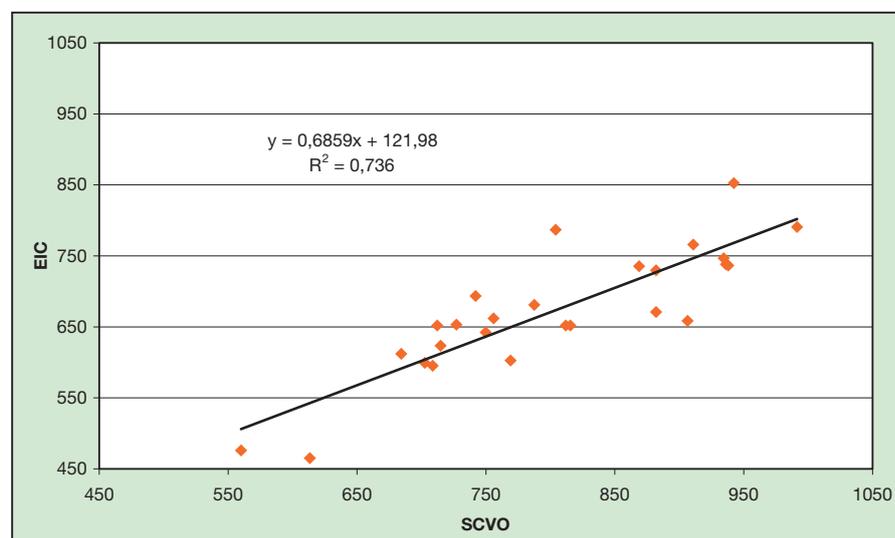
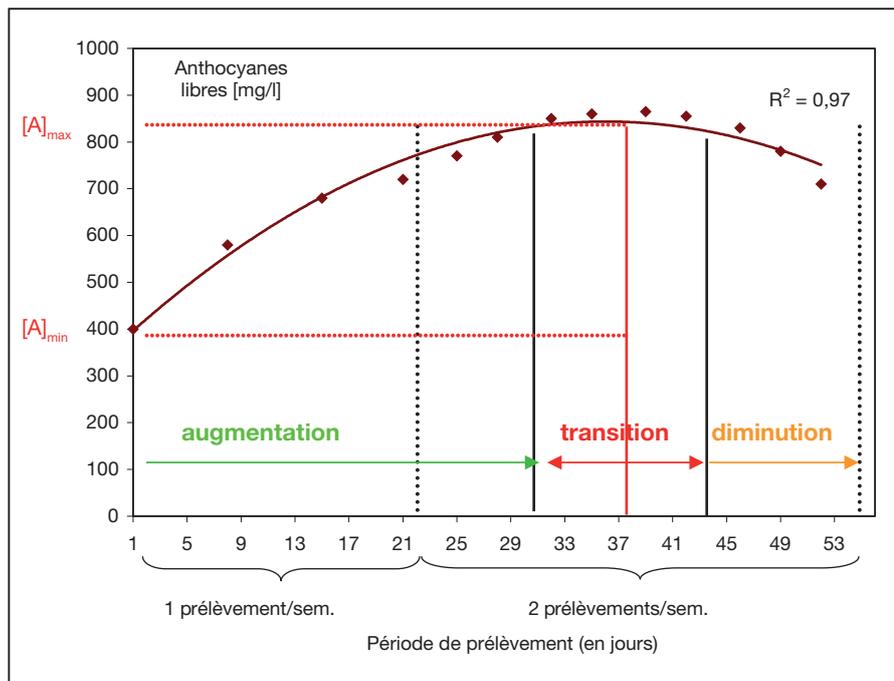


Fig. 3. Résultat de l'étude de reproductibilité; corrélation des résultats obtenus entre les deux laboratoires en 2004 et 2005. EIC: Ecole d'ingénieurs de Changins; SCVO: Station cantonale de viticulture et œnologie, Genève.

Tableau 3. Coefficients de détermination R^2 des courbes de tendance représentant l'évolution des anthocyanes libres au cours de la maturation.

R^2	2003	2004	2005	Moyenne	Ecart-type
Praz	0,92	0,99	0,93	0,95	0,04
Ollon	0,93	0,94	0,97	0,95	0,02
Vollèges	0,91	0,97	0,93	0,94	0,03
Colombier	0,90	0,97	0,93	0,93	0,04
Changins	0,89	0,98	0,87	0,91	0,06
Valeyres-sous-Rances	0,85	0,98	0,85	0,89	0,08
Romanel-sur-Morges	0,89	0,84	0,95	0,89	0,06
Concise	0,78	0,96	0,87	0,87	0,09
Anières	0,71	0,97		0,84	0,18
Peissy	0,68	0,87	0,95	0,83	0,14
Bernex	0,82	0,93	0,73	0,83	0,10
Plan-les-Ouates	0,79	0,86	0,77	0,81	0,05
Leytron	0,76	0,81	0,78	0,78	0,03
Neuchâtel*	0,60	0,96		0,78	0,25
Allaman	0,73	0,91	0,64	0,76	0,14
	0,81	0,93	0,86	0,87	0,060

*Neuchâtel: nombre de prélèvements 2003 insuffisant.



◁ Fig. 4. Evolution type des anthocyanes libres du Gamaret au cours de la maturation suivies à l'aide de la méthode ITV, adaptée par l'EIC.

l'heure pas d'explication précise. La précision de la courbe de tendance, caractérisée par un R^2 élevé, semble conditionnée par des facteurs endogènes et exogènes à la baie. Plus de connaissances fondamentales sur les phénomènes biochimiques régissant l'évolution des composés phénoliques durant la maturation et la sénescence des baies sont nécessaires.

Courbe-type Gamaret

Les observations effectuées au cours des trois millésimes permettent de préconiser quelques recommandations aux futurs utilisateurs. Il est capital de reproduire le même suivi chaque année pour permettre de comparer les millésimes. Une courbe-type (fig. 4) peut être définie par les paramètres suivants:

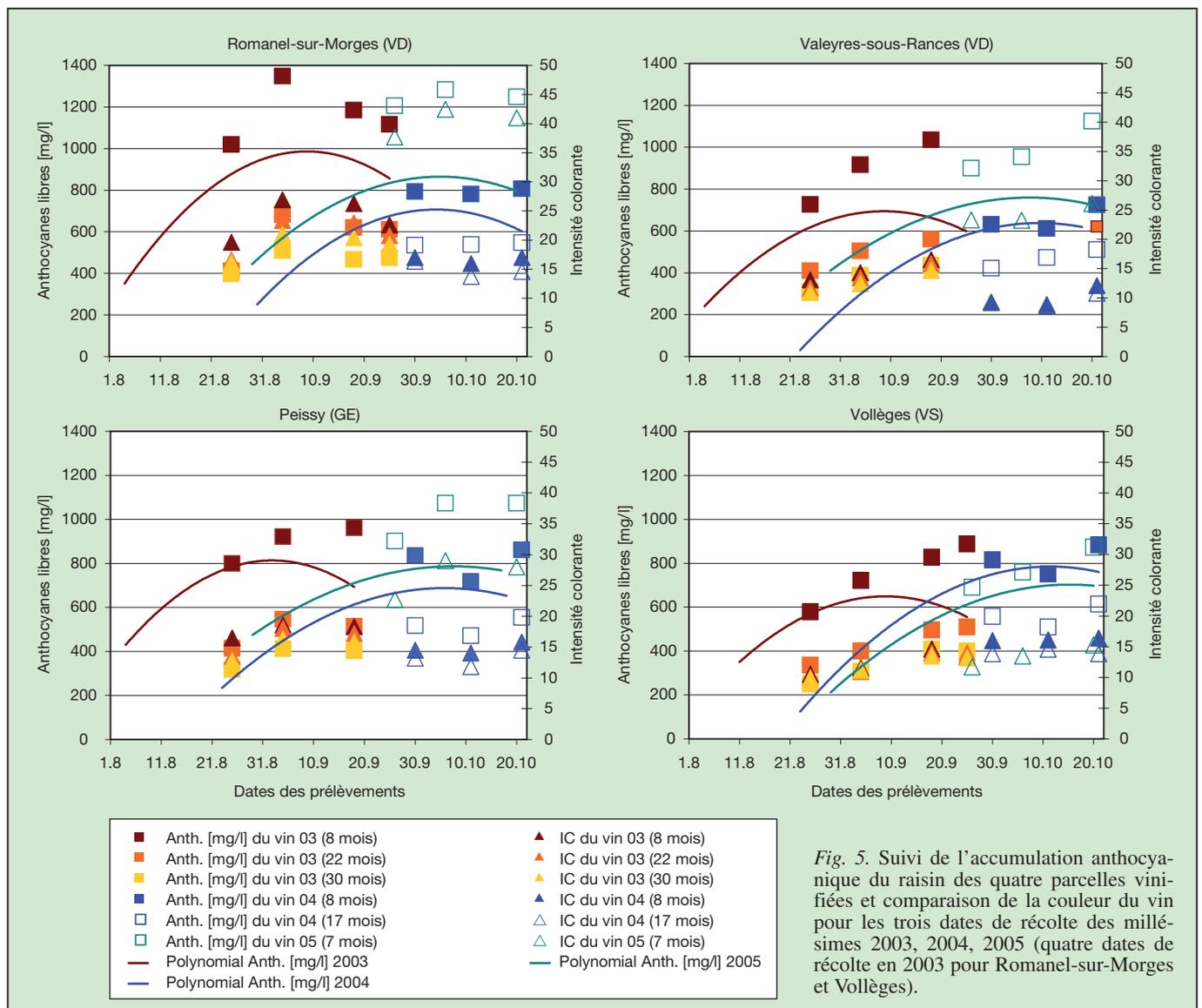


Fig. 5. Suivi de l'accumulation anthocyanique du raisin des quatre parcelles viti-vinifiées et comparaison de la couleur du vin pour les trois dates de récolte des millésimes 2003, 2004, 2005 (quatre dates de récolte en 2003 pour Romanel-sur-Morges et Vollèges).

- Nombre minimal de prélèvements: 13
- Durée minimale des prélèvements: 53 j. env. (6-7 sem.)
- Fréquence des prélèvements: 1 x/sem. durant 3 sem., puis 2 x/sem.
- Teneur maximale de la 1^{re} mesure (A_{\min}): $A_{\min} = A_{\max}/2$

Une augmentation est observée durant toute la phase de biosynthèse des anthocyanes. Afin d'obtenir une forme dite «en cloche» (augmentation, transition puis diminution), il est impératif de débiter les prélèvements suffisamment tôt. La valeur de la première mesure ne devrait pas excéder la moitié de la valeur maximale habituellement mesurée ($A_{\min} = A_{\max}/2$). Pour les quinze parcelles du réseau, A_{\min} est située entre 300 et 400 mg/l. Si aucune mesure n'est disponible, la première campagne doit démarrer au plus tard lorsque le stade 100% véraison est atteint. Il faut néanmoins relever que la valeur en anthocyanes mesurée n'indique pas un état physiologique spécifique. Pour une valeur identique d'anthocyanes, les autres paramètres (sucres, acides) peuvent se situer à des stades variables.

Les événements climatiques ponctuels influencent les mesures et déforment une courbe. Ainsi, la période du maximum doit être prise dans son sens général pour qualifier la transition qui s'opère et qui va donner lieu à une diminution des anthocyanes libres mesurées. La diminution peut être considérée comme réelle lorsque trois mesures successives le confirment.

Résultats obtenus de 2003 à 2005

Le tableau 4 indique les dates auxquelles une stabilisation des degrés Oechsle et de l'acidité totale a été observée ainsi que la date du maximum anthocyanique². Pour une même parcelle, selon le millésime, le maximum anthocyanique tantôt précède la stabilisation des degrés Oechsle ou de l'acidité totale, tantôt la suit. Seules les parcelles de Praz et de Vollèges montrent un décalage comparable d'un millésime à l'autre entre le maximum anthocyanique et la stabilisation des sucres.

La figure 5 présente les courbes de tendance (suivi anthocyanique du raisin) et les analyses de la couleur des vins pour les quatre parcelles vinifiées aux trois dates de récolte successives. Le choix des dates de récolte est déterminé en fonction de l'avancement de la maturité phénolique évaluée à l'aide de la courbe d'accumulation anthocyanique.

Tableau 4. Relation entre la date du maximum anthocyanique et la stabilisation de l'acidité totale et des degrés Oechsle. Nombre positif: $[A]_{\max}$ suit la stabilisation des °Oe; nombre négatif: $[A]_{\max}$ précède la stabilisation des °Oe.

	$[A]_{\max}$	°Oe stab.	AT stab.	$[A]_{\max}$ à AT en jours	$[A]_{\max}$ à °Oe en jours
2003					
Allaman	6 sept.	18 sept.	4 sept.	2	-12
Anières	8 sept.	28 août	28 août	11	11
Bernex	12 sept.	11 sept.	1 ^{er} sept.	11	1
Changins	11 sept.	28 août	8 sept.	3	14
Colombier	4 sept.	18 sept.	1 ^{er} sept.	3	-14
Concise	4 sept.	28 août	1 ^{er} sept.	3	7
Peissy	31 août	14 août	4 sept.	-4	17
Plan-les-Ouates	2 sept.	18 août	4 sept.	-2	15
Praz	11 sept.	28 août	4 sept.	7	14
Romanel-sur-Morges	9 sept.	28 août	4 sept.	5	12
Valeyres-sous-Rances	9 sept.	25 sept.	4 sept.	5	-16
Vollèges	8 sept.	11 sept.	25 sept.	-17	-3
2004					
Allaman	30 sept.	30 sept.	21 oct.	-21	0
Anières	7 oct.	7 oct.	18 oct.	-11	0
Bernex	6 oct.	14 oct.	7 oct.	-1	-8
Changins	9 oct.	7 oct.	11 oct.	-2	2
Colombier	7 oct.	4 oct.	21 oct.	-14	3
Concise	2 oct.	7 oct.	14 oct.	-12	-5
Neuchâtel	9 oct.	4 oct.	21 oct.	-12	5
Peissy	7 oct.	11 oct.	18 oct.	-11	-4
Plan-les-Ouates	4 oct.	4 oct.	18 oct.	-14	0
Praz	8 oct.	30 sept.	21 oct.	-13	8
Romanel-sur-Morges	6 oct.	4 oct.	21 oct.	-15	2
Valeyres-sous-Rances	9 oct.	4 oct.	21 oct.	-12	5
Vollèges	10 oct.	11 oct.	21 oct.	-11	-1
2005					
Allaman	4 oct.	29 sept.	3 oct.	1	5
Bernex	10 oct.	3 oct.	13 oct.	-3	7
Changins	9 oct.	29 sept.	6 oct.	3	10
Colombier	3 oct.	29 sept.	6 oct.	-3	4
Concise	6 oct.	29 sept.	3 oct.	3	7
Peissy	9 oct.	29 sept.	20 oct.	-11	10
Plan-les-Ouates	6 oct.	29 sept.	3 oct.	3	7
Praz	8 oct.	29 sept.	17 oct.	-9	9
Romanel-sur-Morges	6 oct.	29 sept.	3 oct.	3	7
Valeyres-sous-Rances	9 oct.	3 oct.	20 oct.	-11	6
Vollèges	15 oct.	17 oct.	10 oct.	5	-2

que. L'objectif est d'encadrer la période du maximum anthocyanique. Un intervalle prévu de dix à quinze jours entre chaque date de récolte est respecté³.

Les courbes de tendance obtenues montrent toutes une forme en cloche caractéristique. En fonction du millésime, la quantité en anthocyanes du raisin et la précocité varient. Le millésime 2003 est le plus précoce sur toutes les parcelles.

Le maximum anthocyanique est observé le 31 août à Peissy, le 8 septembre à Vollèges et le 9 à Romanel-sur-Morges et Valeyres-sous-Rances. En 2004 et

²Les parcelles d'Ollon (VD) et de Leytron (VS) sont exclues car le maximum anthocyanique n'a pas pu être observé pendant la période de suivis.

³Intervalle moyen: 10 j. entre récoltes 1 et 2; 12,7 j. entre récoltes 2 et 3.

Tableau 5. Rendements et poids moyen de la baie à la récolte.

	Rendement [kg/m ²]			Poids de la baie [g] à la récolte 1/2/3*		
	2003	2004	2005	2003	2004	2005
Peissy	0,7	0,83	0,6	0,92/0,92/0,89	1,35/1,32/1,36	1,30/1,39/1,34
Romanel-sur-Morges	0,42	0,48	0,5	1,00/0,93/1,01	1,56/1,55/1,54	1,33/1,29/1,35
Valeyres-sous-Rances	0,79	1,07	0,66	1,26/1,36/1,31	1,61/1,58/1,63	1,57/1,52/1,58
Vollèges	0,61	0,93	0,8	1,29/1,24/1,27	1,53/1,44/1,68	1,61/1,55/1,54

*1 = précoce; 2 = normale; 3 = tardive.

Tableau 6. Classement par rang de la couleur des vins (anthocyanes et intensité colorante).

Millésime	Nombre de mois d'élevage	Parcelles	Anthocyanes libres			Intensité colorante		
			Rang date 1	Rang date 2	Rang date 3	Rang date 1	Rang date 2	Rang date 3
2003	8	Peissy	1	2	3	1	3	2
		Romanel-sur-Morges	1	3	2	1	3	2
		Valeyres-sous-Rances	1	2	3	1	2	3
		Vollèges	1	2	3	1	2	3
	Σ des rangs		4	9	11	4	10	10
	22	Peissy	1	3	2	1	3	2
		Romanel-sur-Morges	1	3	2	1	3	2
		Valeyres-sous-Rances	1	2	3	1	2	3
		Vollèges	1	2	3	1	2	3
	Σ des rangs		4	10	10	4	10	10
	30	Peissy	1	3	2	1	3	2
		Romanel-sur-Morges	1	3	2	1	3	2
Valeyres-sous-Rances		1	2	3	1	2	3	
Vollèges		1	2	3	1	2	3	
Σ des rangs		4	10	10	4	10	10	
2003			12	29	31	12	30	30
2004	8	Peissy	2	1	3	2	1	3
		Romanel-sur-Morges	2	1	3	3	1	2
		Valeyres-sous-Rances	2	1	3	3	1	2
		Vollèges	2	1	3	2	1	3
	Σ des rangs		8	4	12	10	4	10
	17	Peissy	2	1	3	2	1	3
		Romanel-sur-Morges	1	2	3	3	1	2
		Valeyres-sous-Rances	1	2	3	2	1	3
Vollèges		2	1	3	2	1	3	
Σ des rangs		6	6	12	9	4	11	
2004			14	10	24	19	8	21
2005	7	Peissy	1	3	2	1	3	2
		Romanel-sur-Morges	1	3	2	1	3	2
		Valeyres-sous-Rances	1	2	3	1	2	3
		Vollèges	1	2	3	2	1	3
2005			4	10	10	5	9	10
Σ des rangs Total			30	49	65	36	47	61

Intensité colorante: 1 = la plus faible, 3 = la plus élevée.
Date de vendange : 1 = précoce, 2 = normale, 3 = tardive.
Italique rouge: différence inférieure ou égale à 2,55%.

2005, les maximums se situent entre le 6 et le 15 octobre.

Des différences quantitatives entre millésimes sont observées, pas toujours expliquées par les rendements ou le poids de la baie (tabl. 5).

Caractéristiques des vins issus de trois dates de récolte successives

Anthocyanes libres et intensité colorante

Les vins issus des trois ou quatre dates de récolte ont été analysés et les résultats des mesures effectuées à différents stades d'élevage sont présentés en parallèle des courbes dans la figure 5. Les vins de la troisième date de récolte sont les plus riches en couleur après trente mois d'élevage. Une quatrième vendange, plus tardive, a été réalisée à Romanel-sur-Morges et Vollèges en 2003. L'intensité colorante et les anthocyanes libres sont plus élevées après huit mois d'élevage mais la différence avec la troisième date de récolte devient insignifiante après trente mois. La couleur diminue au cours de l'élevage proportionnellement pour chaque date de récolte et sur les quatre parcelles. Une exception en 2003 sur les parcelles de Romanel-sur-Morges et de Peissy, où les vins issus de la deuxième récolte sont légèrement plus colorés. Un classement par rang de la couleur des vins indique que les vins issus de la troisième date de récolte sont les plus riches en anthocyanes libres et en intensité colorante, bien que la période d'analyse et le millésime puissent ponctuellement indiquer une très grande proximité entre les vins des dates 2 et 3 (tabl. 6). Les vins du millésime 2004 ont une réponse contraire à la logique. Les anthocyanes libres et l'intensité colorante sont plus faibles dans les vins provenant de la 2^e date de récolte que dans la 1^{re}, bien que les mesures du raisin indiquent le contraire.

Evaluation sensorielle

Les vins issus des trois dates de récolte sont positionnés grâce au profil flash (Delarue et Sieffermann, 2004; fig. 6). Cette technique n'offre pas une description spécifique de chaque vin mais un positionnement relatif des vins les uns par rapport aux autres. L'analyse multifactorielle permet de regrouper les descripteurs utilisés pour positionner les produits.

Les vins sont clairement positionnés et distincts du point de vue sensoriel. Les doublons (numéro du vin assorti de la lettre «b») sont proches l'un de l'autre,

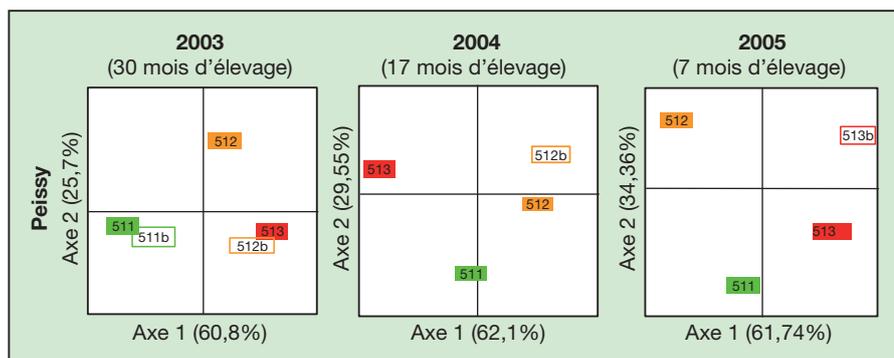


Fig. 6. Résultats des profils flash, consensus, plan 1/2, exemple de résultats obtenus (Peissy).

Tableau 7. Descripteurs le plus fréquemment utilisés pour positionner les vins issus des trois dates de récolte.

Date de récolte 1 «précoce» (phase de biosynthèse)	
Nez:	Végétal, notes fruitées.
Bouche:	Très acide, végétale, amère, fruitée avec des tanins durs, tanins verts et secs.
Date de récolte 2 «normale» (phase de transition), montre un intermédiaire entre 1 et 3.	
Nez:	Végétal et perceptions fruitées: fruits rouges, fruits frais.
Bouche:	Trame acide, de l'amertume et de l'astringence, agressivité et tanins verts. Impressions de rondeur et de complexité, des notes épicées et aussi végétales.
Date de récolte 3 «tardive» (phase de diminution des anthocyanes)	
Œil:	Intensité colorante élevée.
Nez:	Intensité olfactive élevée. Epices, fruits mûrs, notes florales et complexité.
Bouche:	Equilibre, structure, rondeur, souplesse, gras et vinosité. Concentration tannique plus élevée, tanins fermes, tanins fondus. Fruits noirs, persistance.

ce qui confirme la pertinence de la position relative de chacun des vins. Les descripteurs utilisés par les jurés pour qualifier les vins sont résumés dans le tableau 7. Les vins issus de la date de récolte 3 «tardive» sont considérés comme plus intenses, plus complexes, plus ronds et vineux et de meilleure constitution tannique. Les notes typiques de la surmaturité («cuit», lourdeur) ne sont jamais signalées. Une meilleure compréhension des liens entre stade de maturité phénolique et qualité du vin aide le producteur à choisir la date de vendange en fonction du type de vin qu'il recherche.

Quand faut-il vendanger?

Les vins les plus appréciés sont ceux provenant de la 3^e date de récolte. Ces observations avaient déjà été confirmées par Spring qui indiquait que les vins des vendanges récoltées tardivement (trois semaines après le Gamay) étaient préférés (Spring, 2004). Le tableau 8 indique le décalage moyen

observé entre le maximum anthocyanique établi grâce à la courbe de tendance et la date de la dernière récolte. Un délai moyen de douze jours environ après avoir dépassé le maximum anthocyanique semble nécessaire pour atteindre cette pleine maturité des polyphénols sur le Gamaret.

Ce délai dépend de la parcelle et du millésime. Les parcelles plus précoces indiquent un délai plus long que les plus tardives, puisque le maximum anthocyanique de ces dernières est atteint plus tardivement. Toutefois, sur les par-

Tableau 8. Nombre de jours entre le maximum anthocyanique observé et la 3^e date de récolte.

Délai en jours	2003	2004	2005	Moyenne par parcelle
Peissy	18	14	11	14,3
Romanel-sur-Morges	9	15	14	12,7
Valeyres-sous-Rances	9	12	12	11,0
Vollèges	10	11	5	8,7
Moyenne annuelle	11,5	13,0	10,5	11,7

celles précoces, les vins de la 2^e date de récolte (période de transition) n'ont pas été pour autant préférés à ceux de la 3^e date de récolte (période de diminution). Sur les parcelles plus tardives, la possibilité d'allonger la durée de la maturation est limitée par les conditions climatiques plus difficiles après la mi-octobre.

Une diminution réelle (trois diminutions successives) de la mesure d'anthocyanes est nécessaire pour situer la période optimale de récolte (sauf autres impératifs sanitaires ou météorologiques).

Discussion

L'analyse des anthocyanes libres durant la maturation du raisin est une méthode indirecte pour suivre l'évolution des composés phénoliques dans la baie. Il n'existe aucun «marqueur» spécifique de la maturité du raisin en général et *a fortiori*, aucun concernant les polyphénols en particulier. L'observation de l'évolution des anthocyanes permet d'acquérir une meilleure connaissance de l'état d'avancement de la maturité tout en offrant un outil décisionnel.

La courbe de tendance s'avère intéressante et facile d'utilisation pour observer l'évolution des anthocyanes durant la maturation. Elle permet de tenir compte des fluctuations ponctuelles d'accumulation. Elle permet aussi de définir la période de transition durant laquelle on observe une stabilisation de l'accumulation en anthocyanes puis une diminution. Ce dernier phénomène n'est pas expliqué actuellement.

Toutefois, il est autorisé de suggérer que durant cette phase de maturation, une modification de la configuration spatiale et/ou de la structure moléculaire des anthocyanes peut s'opérer, donnant lieu à une diminution des anthocyanes libres au profit peut-être d'autres formes moléculaires (condensation? stacking?). Cela pourrait expliquer la teneur systématiquement plus élevée en anthocyanes des vins issus de la dernière vendange, alors que la mesure dans le raisin avait significativement diminué.

Rôle du pH

D'un millésime à l'autre, la concentration en anthocyanes peut varier pour une même parcelle. Outre les conditions du millésime, les rendements et autres facteurs culturels, les pH bas favorisent la forme oxonium des anthocyanes, forme mesurée par l'analyse. Les années à forte acidité, comme 2004, peuvent influencer les mesures à la hausse.

Perspectives

Le suivi des anthocyanes pendant la maturation reste une approche indirecte permettant de suivre un ensemble de phénomènes complexes.

Du point de vue biochimique, les modifications des structures moléculaires et leurs impacts sur la qualité ainsi que la régulation de la synthèse des anthocyanes sont encore peu connus.

Les fluctuations des mesures observées plus particulièrement sur les parcelles précoces restent pour l'heure inexplicables. L'effet de la température de la baie, du rayonnement, du régime hydrique et des caractéristiques pédologiques sur l'évolution de l'accumulation devrait aussi pouvoir être étudié.

L'heure est encore à la compréhension des phénomènes plus qu'à l'anticipation. Malgré tout, cette méthode empirique offre une voie pertinente et reproductible pouvant servir de guide pratique en l'attente de réponses plus fondamentales sur le sujet.

Elle s'avère notamment intéressante dans le cadre d'un réseau de parcelles de référence pour caractériser les millésimes et faciliter les processus décisionnels des producteurs.

Les recherches dans le domaine des techniques infrarouges verront sans doute se développer des méthodes de mesures plus aisées.

Remerciements

Nos chaleureux remerciements vont à tous les collaborateurs et collaboratrices ainsi qu'aux partenaires sans qui aucun résultat n'aurait pu voir le jour. Ce projet est cofinancé par le fonds de la réserve stratégique de la HES-SO, l'École d'ingénieurs de Changins ainsi que par les producteurs et propriétaires des parcelles (par ordre alphabétique): Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Didier Badan pour l'Association viticole d'Ollon, Louis-Philippe Burgat, Jean-Daniel Chervet, Henri Cousin, Jean-Charles Crousaz, Michel et Raoul Cruchon, Jean-René Germanier, Michel Hostettler, Philippe Rojard pour Uva-

Conclusions

- ❑ Les suivis de maturation phénolique à l'aide de courbes d'accumulation anthocyanique offrent des informations fiables quant à l'évolution des composés phénoliques du raisin.
- ❑ Les vins de Gamaret systématiquement supérieurs en couleur sont toujours issus des raisins récoltés après le maximum anthocyanique (environ douze jours).
- ❑ La phase qui suit le maximum anthocyanique semble correspondre à une période de modifications dans la nature des molécules phénoliques et dans les équilibres qui les régissent.
- ❑ Sans pouvoir identifier avec précision les phénomènes à l'origine de ces modifications biochimiques, on constate une amélioration quantitative de la couleur, et qualitative des vins issus des vendanges plus tardives.
- ❑ L'utilisation des courbes de suivi anthocyanique facilite ainsi le processus décisionnel en apportant des repères quantitatifs reproductibles sur le stade de maturité phénolique du raisin.
- ❑ Le suivi de maturation par analyse sensorielle des baies offre une information tantôt très utile, tantôt peu significative.
- ❑ Certains descripteurs se sont avérés pertinents pour établir une fiche d'analyse sensorielle des baies spécifique au Gamaret. Cette simplification permet un gain de temps, une économie de concentration et de fatigue pour le dégustateur, sans perte d'information.
- ❑ L'analyse sensorielle des baies permet toujours une meilleure connaissance des futurs raisins encavés et donc facilite les choix du producteur.

vins SA, Schenk Rolle SA, Jean-Daniel Schlaepfer et Gérard Pillon, Station cantonale de viticulture et œnologie du canton de Genève, Philippe Villard, Domaine de la Ville de Neuchâtel.

Bibliographie

- La bibliographie principale est disponible dans la publication 2004.
- Delarue J. & Sieffermann J.-M., 2004. Sensory mapping using Flash profile. Comparison with a conventional descriptive method for the evaluation of the flavour of fruit dairy products. *Food Quality and Preference* **15**, 383-392.
- De Montmollin S. & Dupraz Ph., 2003. Analyse de méthodes pour le suivi de la maturation

phénolique des raisins de cépages rouges: essais préliminaires. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **35** (5), 311-316.

De Montmollin S., Dupraz Ph. & Guyot Ch., 2004. Suivi de la maturation des raisins de cépages rouges: phase 1 Gamaret. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **36** (4), 235-241.

ITV, 1995. Méthodologie d'évaluation qualitative des raisins, richesse polyphénolique des raisins. Station régionale Midi-Pyrénées, Gaillac, France, 10 p.

Kellenberger S., 2005. Etude approfondie du comportement de quelques parcelles de Gamaret, en vue de mieux comprendre la maturation phénolique des raisins. Travail de diplôme pour l'obtention du titre d'ingénieur HES en œnologie, EIC, Nyon, Suisse.

Spring J.-L., 2004. Influence de la date de vendange sur la qualité des vins de Gamaret. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **36** (3), 159-163.

Riassunto

Monitoraggio della maturazione delle uve di vitigni rossi. I. Sintesi dei risultati ottenuti sul Gamaret

Il monitoraggio della maturazione delle uve di Gamaret è stato effettuato dal 2003 al 2005 su una rete di quindici parcelle in Svizzera romanda. Due metodi sono stati impiegati: l'analisi sensoriale delle bacche e l'analisi degli antociani liberi per seguire l'evoluzione dei polifenoli. Le uve di quattro parcelle hanno fatto l'oggetto di vinificazione a date successive. L'analisi sensoriale delle bacche risulta uno strumento efficace per definire le qualità organolettiche dell'uva. L'efficienza dei descrittori dipende dal vitigno e, in una certa misura, dal millesimo. Una scheda d'analisi sensoriale delle bacche specifiche al Gamaret ha potuto essere stabilita permettendo un guadagno di tempo per il degustatore. L'evoluzione degli antociani liberi dall'uva è indipendente dagli altri parametri (zuccheri, acidi). L'interpretazione delle misure è più facilmente effettuata grazie ad una curva di tendenza. I vini derivati dalla terza data di raccolta sono i più ricchi in colore e i più apprezzati alla degustazione. Essi sono giudicati più intensi, complessi, rotondi, vinosi e di migliore costituzione tannica. La terza raccolta è effettuata in media dodici giorni dopo il massimo antocianico.

Summary

Follow up of red grape varieties maturation. Part I: synthesis of the results obtained with Gamaret

During the years 2003 to 2005, the ripening of Gamaret was followed on fifteen plots using two methods: sensory analysis of berries and analysis of anthocyanins to monitor the evolution of phenolic compounds. In four cases, berries were harvested at three to four successive dates. Wines were analysed using flash profiling. Sensory analysis of berries provided reliable information on organoleptic qualities of the berries. Descriptors efficiency was influenced by the grape variety and the vintage. A selection of efficient sensory descriptors for Gamaret could be defined. The evolution of anthocyanins in the berries during ripening is independent of other compounds such as sugar and acidity. A better interpretation of anthocyanins measures is obtained using a tendency curve (polynomial of degree two). The wines coming from the last harvest date have the higher colour concentration and are preferred in wine tasting. They are considered more intense, complex, round, vinous and with a better tannic constitution. The third harvest date occurred in average twelve days after anthocyanins have reached a maximum.

Key words: ripening, maturation, phenolic compounds, anthocyanin.

Zusammenfassung

Beobachtung der Reifung der roten Traubensorten. I. Synthese der erreichten Resultate auf Gamaret

Die Beobachtung der Reifung der Gamarettrauben wurde von 2003 bis 2005 auf einem Netz von fünfzehn Parzellen in der französischen Schweiz durchgeführt. Zwei Methoden wurden angewandt: die sensorische Analyse der Trauben und die Analyse der freien Anthocyane, um die Entwicklung der Polyphenole zu verfolgen. Die Ernte der Trauben von vier Parzellen wurde an aufeinanderfolgenden Daten durchgeführt. Die sensorische Analyse der Beeren ist eine effiziente Methode, um die organoleptischen Eigenschaften der Trauben festzustellen. Die Effizienz der Deskriptoren hängt von der Rebsorte und, zu einem gewissen Masse, vom Jahrgang ab. Ein Informationsblatt für die sensorische Analyse der Gamaretbeeren konnte aufgestellt werden, welches für die Weinkoster einen Zeitgewinn bedeutet. Die Entwicklung der freien Anthocyane der Trauben ist unabhängig von den anderen Komponenten (Zucker, Säure). Die Auslegung der Messungen wird durch eine Tendenzkurve erleichtert. Die Weine der dritten Ernte sind am farbreichsten und werden bei der Degustation am meisten geschätzt. Sie werden als intensiver, vielschichtiger, runder, weiniger und mit besserer Zusammensetzung der Gerbstoffe empfunden. Die dritte Ernte wird im Durchschnitt zwölf Tage nach dem Maximum der Anthocyane durchgeführt.