



## Viticulture intégrée et bio-organique: synthèse de sept ans d'observations

Ch. LINDER, O. VIRET et J.-L. SPRING<sup>1</sup>, Agroscope Changins-Wädenswil ACW, CP 1012, 1260 Nyon 1  
P. DROZ, Agridea, Av. des Jordils 1, CP 128, 1000 Lausanne 6  
D. DUPUIS, Domaine de La Fine Goutte, Grand'Rue 70, 1166 Perroy

@ E-mail: [christian.linder@rac.admin.ch](mailto:christian.linder@rac.admin.ch)  
Tél. (+41) 22 36 34 389.

### Résumé

Une parcelle de Chasselas située à Perroy (Vaud, Suisse) a été cultivée de 1998 à 2004 selon deux systèmes de production: une partie selon les directives de la production intégrée (PI) et l'autre selon un cahier des charges bio-organique (Bio). Les traitements appliqués ont permis une protection satisfaisante du vignoble dans les deux variantes. Les traitements Bio se sont avérés toutefois moins efficaces en cas de forte pression d'oïdium. Les interventions phytosanitaires Bio ont fait diminuer la densité de l'acarien prédateur *Typhlodromus pyri*, sans toutefois menacer le bon déroulement de la lutte biologique contre les acariens phytophages. Les traitements plus nombreux dans la variante Bio ont nécessité davantage de main-d'œuvre et renchéri le coût de la protection phytosanitaire de 40%. D'un point de vue nutritionnel, peu de différences ont été observées. Les techniques d'entretien du sol appliquées en culture Bio ont permis de bien gérer la nutrition azotée. Parmi les éléments majeurs, seul le potassium a été moins bien absorbé par la plante dans la variante Bio. Lors des années sèches, le poids des baies à la vendange a été inférieur dans la variante Bio. Les analyses effectuées sur les moûts n'ont pas montré de différences notables entre les procédés.

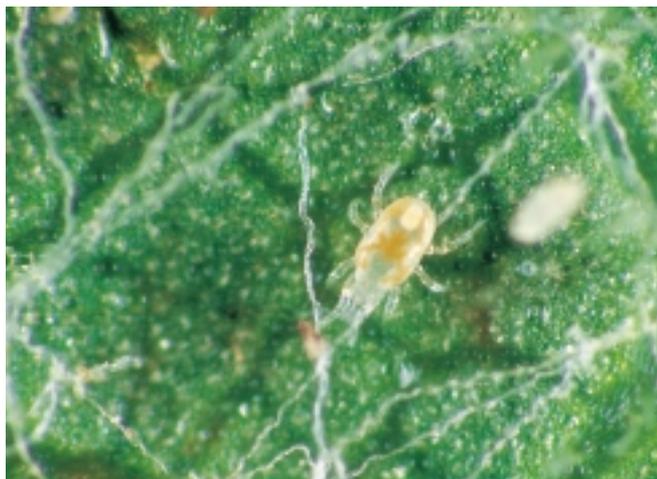


Fig. 1. Typhlodrome.

taires requises par la Fédération suisse pour la production écologique en viticulture (Vitiswiss) dans le but d'obtenir un certificat attestant que le raisin a été produit selon le cahier des charges de cet organisme. Exploitant la possibilité laissée par la Confédération de pratiquer la viticulture biologique (Bio) de manière sectorielle jusqu'en 2006, Vitiswiss a également mis sur pied un cahier des charges pour ce mode de production (Vitiswiss, 1999). Ces directives sont pratiquement identiques à celles du label «Bourgeon» suivies par les producteurs strictement biologiques contrôlés par Bio-Suisse. Elles n'en diffèrent que par la possibilité de travailler le sol pour gérer la concurrence de l'enherbement. Un viticulteur de La Côte vaudoise intéressé par cette opportunité a pratiqué les deux modes de production dans une de ses parcelles de 1998 à 2004. C'est dans ce cadre que diverses observations ont été effectuées, principalement axées sur les aspects phytosanitaires (maladies, typhlodromes, coûts de production) et nutritionnels. Certaines observations se sont poursuivies en 2005, bien que la parcelle ait été à nouveau entièrement exploitée selon les directives PI. Cet article présente une synthèse des principaux résultats obtenus.

<sup>1</sup>Centre du Caudoz, 1009 Pully.

### Introduction

En Suisse, plus de 60% de la surface viticole est cultivée selon le cahier des charges spécifique de la production intégrée (PI). Le reste des exploitations se partage entre des producteurs biologiques (2% de la surface) et des vigneron n'adhérant pas à la PI pour des raisons essentiellement structurelles (exploitations à temps partiel, surfaces viticoles trop restreintes, tracasseries administratives, contrôles, etc.). Le respect des prestations écologiques requises (PER) donne droit à des paiements directs de l'Etat; de nombreux exploitants appliquent en plus les exigences écologiques supplémen-

**Tableau 1. Fongicides: nombre d'applications et de passages dans les variantes Bio et PI de l'essai de Perroy (1998-2004).**

Fongicides		Bio							moy. <sup>1</sup>
		98	99	00	01	02	03	04	
Noms	Matières actives (teneur)								
Microthiol	soufre mouillable (80%)	11	14	12	15	10	10	10	<b>11,7</b>
Fluidosoufre	soufre poudre (99%)	4			1			3	<b>1,1</b>
Cuivre 50	cuivre (50%)	5	7	5	7	6	3	5	<b>5,4</b>
Myco-Sin	argile S, extrait de prêle (65%; 0,2%)	5	6	7					<b>2,6</b>
Ulmasud	oxydes de Si, Al, S (20%; 24%; 13%)				4	5	5	4	<b>2,6</b>
Folpet	folpet (80%)								
Cyrano	folpet, cymoxanil, fosétyl-Al (25%; 4%; 50%)								
Switch	cyprodinil, fludioxonil (37,5%; 25%)								
Ridomil Viti	folpet, métalaxyl M (60%; 7,5%)								
Eclair	trifloxystrobine, cymoxanil (25%; 24%)								
Quadris	azoxystrobine (250 g/l)								
Astor	fenpropidine (750 g/l)								
Topas Vino	penconazol (100 g/l)								
Teldor	fenhexamide (51%)								
Chlorothalonil	chlorothalonil (500 g/l)								
Legend	quinoxifen (250 g/l)								
Euparène	tolyfluanide (50%)								
Flint	trifloxystrobine (50%)								
Nombre de passages		16	15	13	16	11	10	14	<b>13,6</b>

<sup>1</sup>Nombre moyen d'applications du produit durant les sept années d'essai. La saison 2005 n'est pas prise en compte dans le calcul de la moyenne.

**Tableau 2. Techniques d'entretien du sol et nombre de passages dans les variantes Bio et PI de l'essai de Perroy (1998-2004).**

Intervention culturale	Bio									PI								
	98	99	00	01	02	03	04	moy. <sup>1</sup>	98	99	00	01	02	03	04	05	moy. <sup>1</sup>	
Entre les rangs																		
Broyage sarments 1/2 2/2	1	1	1	1	1	1	1	<b>1</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	<b>1</b>	
Béchéage 1/2 2/2	2	3	1	1			1	<b>1</b> <b>0,1</b>										
Griffe (lames rigides) 1/2 2/2			1	1	1	3	1	<b>0,3</b> <b>0,7</b>										
Griffe (lames flexibles) 1/2 2/2							5	<b>0,7</b>										
Fauchage 1/2 2/2	3	4	4	5	1	1		<b>2,4</b> <b>0,1</b>	3	4	4	5	4	4	5		<b>4,1</b>	
Sous les rangs																		
Décavaillonnage 2/2	2	3	3	4	3	2	2	<b>2,7</b>								1 <sup>2</sup>		
Sarclage 2/2	1	2	3	3	2	2	2	<b>2,1</b>										
Buttage 2/2		1	2	1	1	1	2	<b>1,1</b>										
Herbicides 2/2									3	3	3	3	4	2	3	3	<b>3</b>	
Nombre de passages	9	14	15	16	9	10	14	<b>12,4</b>	7	8	8	9	9	7	9	5	<b>8,1</b>	

1/2: Intervention réalisée une ligne sur deux. 2/2: Intervention réalisée sur toutes les lignes.

<sup>1</sup>La saison 2005 n'est pas prise en compte dans le calcul de la moyenne.

<sup>2</sup>Cette intervention n'a eu lieu que dans l'ancienne variante Bio.

PI								
98	99	00	01	02	03	04	05	moy. <sup>1</sup>
5	11	7	9	6	7	2	1	<b>6,7</b>
4			1			1		<b>0,9</b>
1	4	2	3	3	2	4	1	<b>2,8</b>
7	7	5	10	8	7	8	7	<b>7,4</b>
1	3	3	1	1				<b>1,3</b>
	1	1		1	1	1	1	<b>1</b>
	1							<b>0,1</b>
		1						<b>0,1</b>
			1					<b>0,1</b>
				1	2	3	3	<b>0,9</b>
				2		2	2	<b>0,6</b>
				1				<b>0,1</b>
					2	1	1	<b>0,4</b>
						1	2	<b>0,1</b>
							1	
							1	
13	13	10	13	10	11	11	10	<b>11,6</b>

## Matériel et méthodes

### Parcelle expérimentale

Le vignoble d'essai est situé à une altitude de 440 m sur la commune de Perroy, Malessert (La Côte, Vaud, Suisse). La parcelle d'une surface de 3000 m<sup>2</sup>, bordée de chemins viticoles et d'autres vignobles, est

plantée en Chasselas greffé sur 3309. La vigne âgée de dix-huit ans est conduite en Guyot mi-haute et plantée à un écartement de 2,2 × 0,8 m. Sept rangs (1000 m<sup>2</sup>) sont conduits selon les directives PI et treize rangs (2000 m<sup>2</sup>) selon les directives Bio. Un tampon de quatre rangs sépare les zones d'observation sur toute la longueur. Avant 1998, la parcelle était menée entièrement en PI. Aucune des variantes n'a reçu d'acaricides et d'insecticides durant toute la durée de l'expérimentation, la parcelle étant située dans un secteur où la lutte contre les vers de la grappe s'effectue par confusion sexuelle. Une synthèse des programmes fongicides est donnée dans le tableau 1. Selon une analyse réalisée en 1998, le sol est composé de 20% d'argile, 31% de silt et 50% de sable. Le pourcentage de matière organique était de 2,2%, le pH (H<sub>2</sub>O) de 7,9 et le pourcentage de CaCO<sub>3</sub> de 12%. Les techniques d'entretien du sol sont résumées dans le tableau 2 et les fumures appliquées dans le tableau 3.

### Lutte contre les maladies fongiques

Durant les huit années d'expérimentation, une zone témoin sans aucun traitement fongicide, de quatre lignes de sept cepes, placée dans le tampon entre les variantes PI et Bio, a permis de mettre en évidence l'efficacité de la lutte contre les maladies fongiques et de suivre le développement épidémiologique du mildiou et de l'oïdium. Le témoin a été contrôlé à intervalles réguliers en observant toutes les feuilles, jusqu'à l'apparition des premiers symptômes. Dès ce moment, les variantes traitées ont été contrôlées régulièrement, en observant 4 × 100 feuilles et 4 × 50 grappes par variante, en estimant la surface infectée par le mildiou ou l'oïdium, sur une échelle de 0 à 5 (0; 1 = 0-2,5%; 2 = 2,5-10%; 3 = 10-25%; 4 = 25-50%; 5 = > 50% de la surface foliaire ou des grappes infectées). Le pourcentage d'or-

ganes infectés et l'intensité de l'infection ont été calculés sur la base des valeurs obtenues et en fonction de la fréquence des attaques.

### Suivi des typhlodromes

Les populations de typhlodromes (*Typhlodromus pyri* Scheuten; fig. 1) ont été contrôlées sur feuilles mensuellement de mai à septembre. Les contrôles ont porté sur 25 feuilles par variante en 1998 puis 3 × 25 feuilles examinées sous la loupe binoculaire au laboratoire. L'identification de l'espèce a été effectuée une fois par saison au minimum sur 30 individus par variante. Le logiciel SigmaStat pour Windows (SPSS Inc.) a été utilisé pour les analyses statistiques (test de Mann-Whitney sur les rangs, p < 0,05) effectuées après transformation des résultats en log (x+1).

### Coûts de la protection phytosanitaire

Un registre détaillé du temps de travail du personnel et des machines, tenu par le viticulteur, a permis de calculer les coûts de la protection phytosanitaire dans les deux systèmes. Ces coûts se composent du prix des produits utilisés, de la main-d'œuvre (CHF 31.-/heure) et des machines calculé sur la base du tarif horaire (FAT, 2004). Les facteurs de production ont été considérés chaque année à leur coût réel. Les enregistrements ont porté sur l'ensemble de l'exploitation pour la PI. La taille restreinte de la parcelle Bio a nécessité une correction des enregistrements. Le temps de déplacement jusqu'à la parcelle et les temps de préparation et de nettoyage du pulvérisateur ont été standardisés, les mêmes pourcentages par rapport au temps effectif de pulvérisation ayant été pris en compte dans les deux variantes.

Tableau 3. Fumures appliquées dans les variantes Bio et PI de l'essai de Perroy (1998-2004) exprimées en unités / ha.

Type de fumure	Bio							PI							
	98	99	00	01	02	03	04	98	99	00	01	02	03	04	05
Fumure organique (fumier de cheval)															
N	1/2	48					32	48						32	
P	1/2	72					49	72						49	
K	1/2	144					97	144						97	
Mg	1/2	29					19	29						19	
Fumure minérale															
N	2/2								33	33	31			33	
P	2/2														
K	2/2														
Mg	2/2								23	13	25	23	24	19	
Nombre de passages		1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0

1/2: Intervention réalisée une ligne sur deux.

2/2: Intervention réalisée sur toutes les lignes. Localisation sous le rang.

## Suivi nutritionnel et qualité des moûts

Le suivi nutritionnel de la vigne a été assuré de 1998 à 2004 par le prélèvement, à la véraison, d'un échantillon de trente feuilles (limbe et pétioles) par variante, dans la zone des grappes. Les taux d'azote, de phosphore, de potassium, de calcium et de magnésium ont été déterminés sur ces échantillons. L'indice chlorophyllien du feuillage (indice N-Tester) a été contrôlé au même moment sur un échantillonnage de 4 × 30 feuilles situées dans la zone des grappes selon la méthode proposée par Spring (1999) et Spring et Zufferey (2000).

Un échantillon de 200 baies par variante a été prélevé quelques jours avant les vendanges, afin de déterminer le poids des baies et la composition des moûts (teneurs en sucre, acidité totale, acide tartrique et acide malique, pH). La teneur en acide tartrique n'a été déterminée que depuis 1999 et celle en acide malique depuis 2000. La richesse des moûts en composés azotés a été estimée par l'analyse de l'indice de formol selon la méthode proposée par Aerny (1996).

## Résultats et discussion

### Programmes de traitements phytosanitaires

En raison du nombre limité de fongicides autorisés en viticulture biologique, il y a eu évidemment moins de matières actives appliquées dans cette variante qu'en PI (tabl. 1). Les interventions sont généralement plus fréquentes en production biologique, du fait que seules des matières actives de contact sont autorisées. A part le soufre et le cuivre, ces matières actives ne sont en outre que partiellement efficaces contre le mildiou et l'oïdium. En moyenne, durant les sept années d'expérimentation, la variante Bio a requis deux interventions supplémentaires par rapport au système PI (tabl. 1). L'importante pression de l'oïdium, due à la configuration de la parcelle expérimentale, a nécessité une fréquence de traitements en PI particulièrement intensive.

### Maladies fongiques

De manière générale, la lutte contre le mildiou et l'oïdium a été efficace dans les deux systèmes de production durant toute la durée de l'essai. La situation aérée de la parcelle la rend particulièrement vulnérable à l'oïdium. En revanche, le mildiou n'a pratiquement jamais été observé dans le témoin, même en 1999, année où d'autres témoins dans

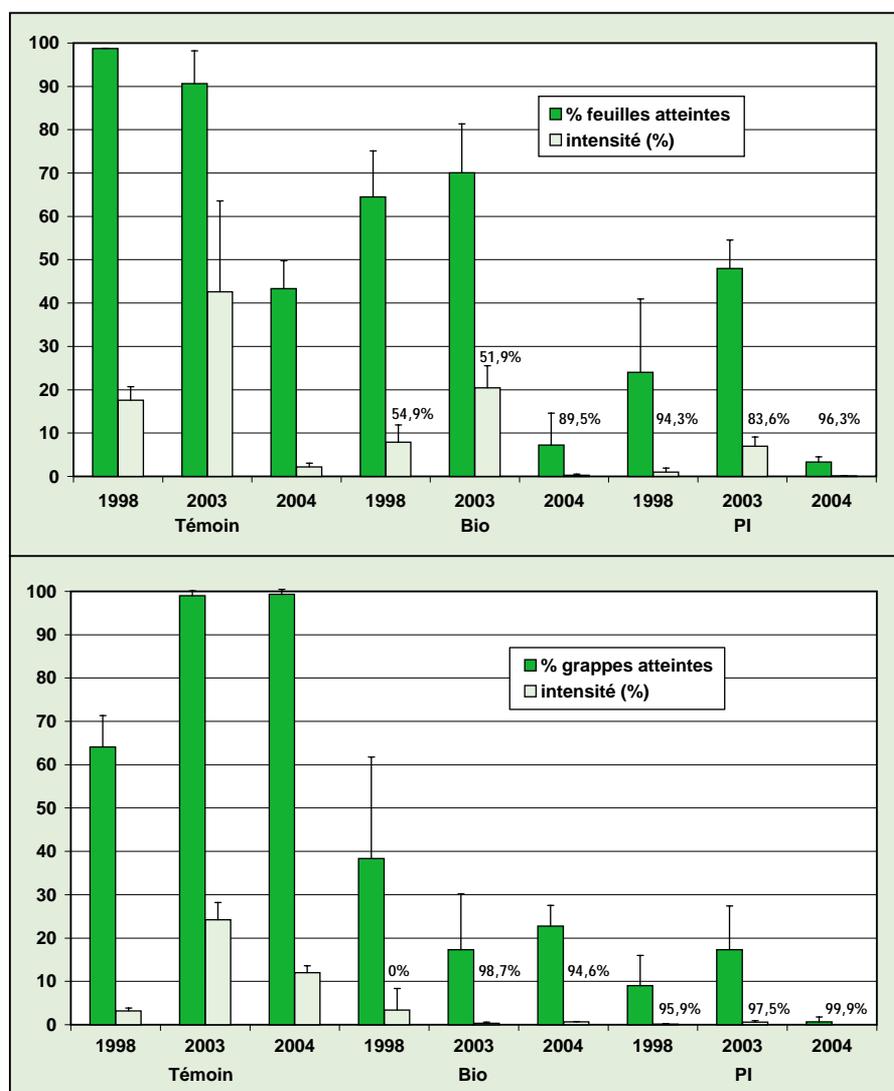


Fig. 2 et 3. Oïdium. Pourcentage de feuilles et de grappes atteintes, intensité de l'infection en 1998, 2003 et 2004 à la fin de juillet et efficacité de la lutte PI et Bio par rapport au témoin non traité. Les valeurs représentent la surface infectée moyenne de 4 × 100 feuilles ou 4 × 50 grappes par variante, notées sur une échelle de 0 à 5.

la région de Perroy n'avaient plus une feuille saine dès le mois de juillet. L'oïdium a été particulièrement virulent en 1998, 2003 et 2004 (fig. 2 et 3). Les autres années, la faible présence ou l'absence de la maladie dans le témoin n'ont pas permis de réaliser des comptages significatifs. Les figures 2 et 3 présentent l'importance des infections sur feuilles et sur grappes à la fin du mois de juillet pour les années 1998, 2003 et 2004 dans les variantes traitées et le témoin. En 1998 et en 2003, aucune des variantes ne permet d'éradiquer complètement l'oïdium, autant sur les feuilles que sur les grappes (fig. 4). Le plan de traitement biologique est globalement moins performant que celui de la variante PI lorsque la pression de l'oïdium est importante, surtout pour les infections des feuilles. L'incidence quantitative et qualitative sur le produit fini est importante et peut porter préjudice à la

vinification. En 1998 par exemple, la parcelle conduite en Bio n'a pas permis d'obtenir un vin de qualité satisfaisante du fait de la présence de l'oïdium et d'un approvisionnement en azote déficient (voir chapitre Nutrition de la plante).

### Dynamique des populations de typhlodromes

Les résultats des 40 contrôles visuels sont donnés dans la figure 5. Si l'on ne tient pas compte de la saison 2005, les populations de typhlodromes étaient significativement plus importantes dans la variante PI dans 54,3% des contrôles. Le mode de production Bio a été plus propice à *T. pyri* dans 8,6% des cas, tandis que 37,1% des observations n'ont pas montré de différences signifi-



Fig. 4. Dégâts d'oidium sur jeune grappe.

catives. Cet écart entre les variantes Bio et PI peut sembler important, toutefois il convient de le relativiser au vu des densités moyennes observées. En effet, avec des effectifs moyens de 2,8 (PI) et 1,9 individus par feuille (Bio), la lutte biologique contre les acariens a été particulièrement efficace dans les deux systèmes, aucun acarien rouge n'ayant été en effet observé durant toute la durée de l'essai. Certaines différences

peuvent s'expliquer par l'utilisation de fongicides moyennement toxiques à l'égard des typhlodromes. Ainsi, le poudrage au soufre a entraîné une importante baisse des populations dans les deux variantes durant l'été 1998. En revanche, le poudrage effectué en juillet 2001 dans les deux variantes n'a pas eu d'effet dans la variante PI, alors qu'une baisse des populations a été observée dans la variante Bio. En 2004, les trois

poudrages estivaux effectués en Bio ainsi que l'unique poudrage appliqué en PI ont fortement inhibé le développement des typhlodromes. Ce type de traitement est classé comme moyennement toxique par Delabays *et al.* (2006), ce que confirme notre essai, malgré un résultat contradictoire en 2001. Le soufre n'a pas été uniquement appliqué sous forme de poudrage. Le soufre mouillable a été utilisé de manière beaucoup plus importante et à des cadences plus rapprochées en Bio qu'en PI: 50 kg/ha (matière active) en moyenne sur l'ensemble d'une saison en Bio contre 23 kg/ha en PI. Aux doses utilisées sur le site de Perroy, ce type de produit est classé neutre à peu toxique pour les typhlodromes (Delabays *et al.*, 2006). Cependant, la répétition quasi hebdomadaire des traitements soufrés en Bio freine probablement le développement de *T. pyri*, comme cela a été observé en arboriculture (Zürcher *et al.*, 2003).

L'utilisation en Bio des fongicides organiques Myco-Sin et Ulmasud (classés moyennement toxiques) en début de saison peut également avoir joué un effet perturbateur. Cet effet s'observe particulièrement lorsque les populations automnales sont faibles l'année précédente (1998-1999; 2003-2004 par exemple). Dans ces cas précis, la conjonction de traitements soufrés et de fongicides organiques a fortement inhibé le développement des acariens prédateurs durant les premiers mois de végétation. Ce phénomène ne semble pas avoir été aussi marqué durant la saison 2000. Cependant, après quatre premières applications printanières, trois nouveaux traitements de Myco-Sin effectués entre juin et juillet à dix jours d'intervalle font chuter les populations à un niveau inférieur à celui de la variante PI.

Les conditions atmosphériques extrêmes perturbent elles aussi le développement des typhlodromes. Genini (1987) a observé en laboratoire une mortalité des nymphes plus élevée à partir d'une température de 30 °C et il considère cette température comme suboptimale pour *T. pyri*. L'été caniculaire de 2003 est à ce titre très parlant. Après une très belle saison 2002 et un excellent début de saison 2003, les populations de *T. pyri* se sont effondrées dans les deux variantes en juillet et en août. La fin de l'année s'est traduite par de très faibles populations de typhlodromes et l'évolution des prédateurs en 2004 s'en est ressentie fortement. Il faut attendre une année supplémentaire et une uniformisation des traitements phytosanitaires pour voir les populations se rééquilibrer dans la parcelle d'essai.

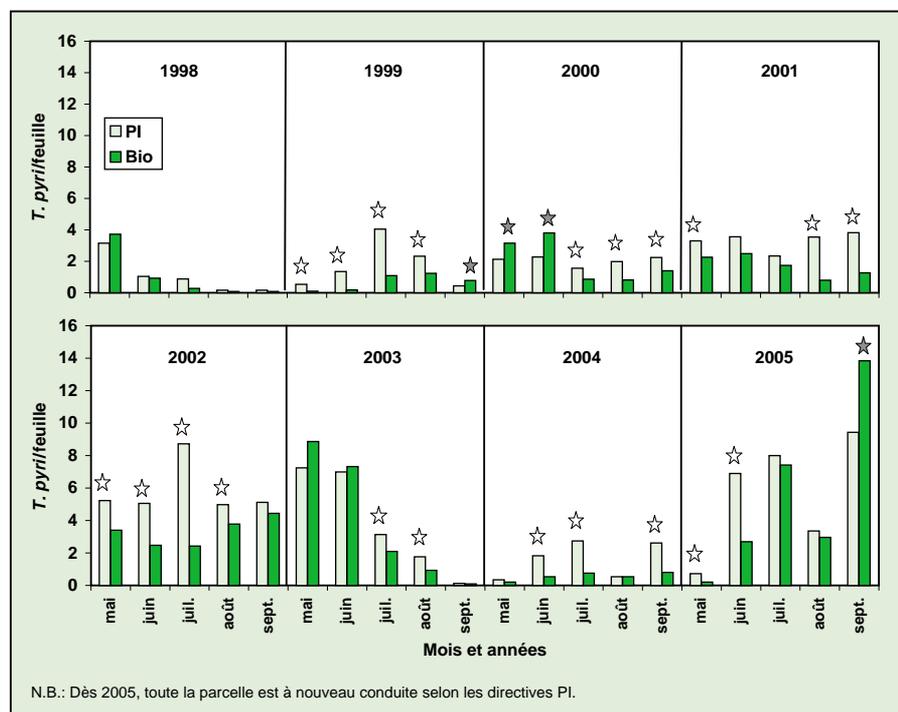


Fig. 5. Dynamique des populations de *T. pyri* dans les deux variantes Bio et PI de l'essai de Perroy (1998-2004). Les étoiles indiquent une différence significative en faveur d'une variante (test de Mann-Whitney après transformation en log (x + 1) p < 0,05).

Dans le but de vérifier l'influence des techniques d'entretien du sol sur la dynamique des typhlodromes, une série d'échantillons de litière viticole a été prélevée sous les ceps et entre les rangs de l'essai de 1998 à 2001. *T. pyri* n'a représenté que 0,25% des effectifs d'acariens gamasides trouvés dans la variante PI et 1,6% des acariens identifiés en Bio (Linder et Bals, en préparation). Cette proportion peut être considérée comme négligeable. Dans ces conditions, il n'est pas possible de relier les différences de populations observées sur le feuillage avec les différents modes d'entretien du sol.

## Coûts des traitements

Les résultats sont donnés dans le tableau 4, conjointement aux frais moyens de la protection phytosanitaire de vignobles similaires très bien mécanisés (Droz et Wirthner, 2005). Malgré un coût des produits phytosanitaires plus bas, la variante Bio a entraîné des frais plus importants en raison des traitements plus nombreux (tabl. 1). Globalement, les frais liés à la protection du vignoble ont été de 38% supérieurs à ceux de la variante PI. Par rapport aux coûts PI moyens dans des conditions d'exploitation semblables, les différences sont encore plus importantes (+ 43%).

La seule prise en compte du nombre d'interventions n'est pas suffisante pour comparer les coûts, car le temps nécessaire à la protection du vignoble varie en cours de saison et selon le type d'application. Les techniques d'application ont été semblables dans les deux variantes en début de saison; à partir de la floraison de la vigne, les largeurs de traitement ont été réduites dans la variante Bio dans le but d'améliorer la répartition des produits phytosanitaires. Les pratiques du viticulteur en PI sont particulières et diffèrent des références. Le producteur a privilégié le choix de produits de contact, ce qui a nécessité une augmentation du nombre de traitements et parfois des interventions sur des infections déclarées. Grâce au bon niveau de mécanisation du domaine, le viticulteur peut cependant agir très rapidement en cas de problème. Cette option permet de réduire les frais de produits phytosanitaires mais augmente ceux de mécanisation et de main-d'œuvre.

Vu la taille restreinte de la parcelle d'essai, les possibilités d'extrapolation des coûts d'entretien du sol et de fumure sont limitées. En conséquence, la comparaison des coûts de production globaux n'a pas été possible.

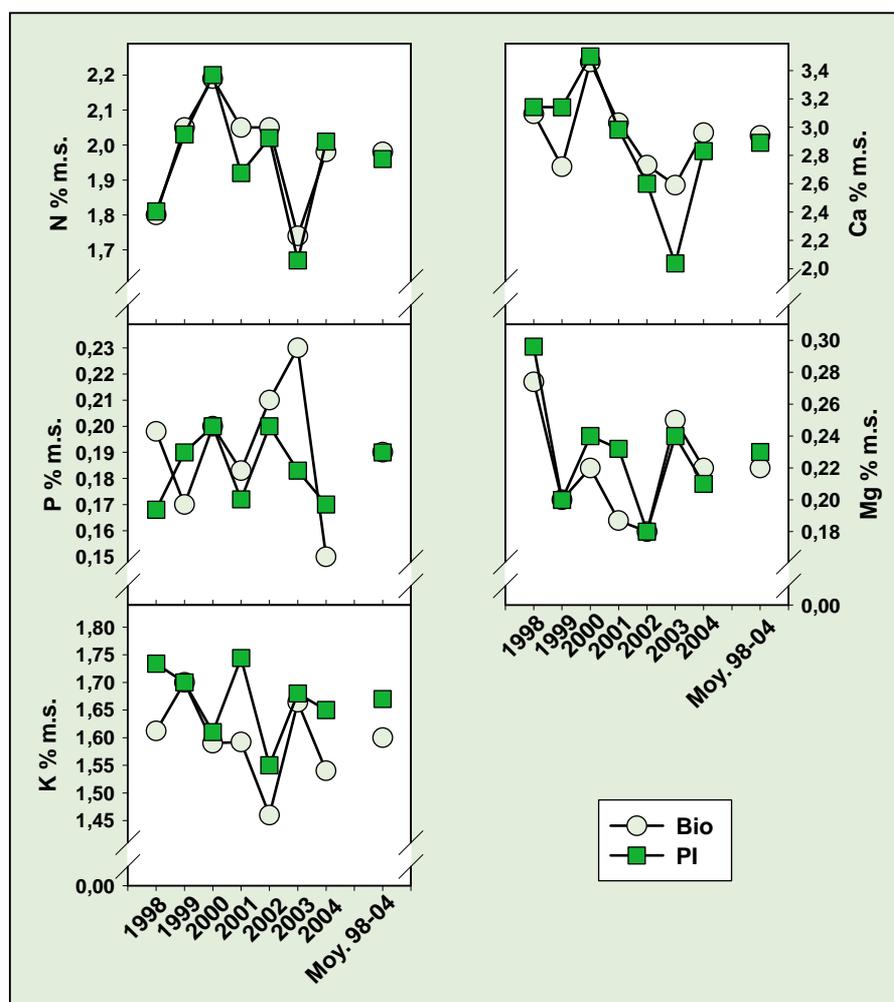


Fig. 6. Essai de comportement Bio et PI. Chasselas/3309. Diagnostic foliaire à la véraison. Perroy, 1998-2004.

Tableau 4. Coûts annuels de la protection phytosanitaire dans les variantes Bio et PI de l'essai de Perroy (1998-2004) et moyenne suisse PI pour les vignes hautement mécanisées.

Variante	Poste	Années et coûts en francs par poste							Moy.
		98	99	00	01	02	03	04	
Bio	Main-d'œuvre	638	683	739	1329	1806	1688	1378	1180
	Mécanisation	1226	1897	1318	1544	1918	1634	2179	1674
	Fournitures	897	923	658	1070	730	662	755	814
	<b>Total</b>	<b>2761</b>	<b>3503</b>	<b>2715</b>	<b>3943</b>	<b>4454</b>	<b>3984</b>	<b>4312</b>	<b>3667</b>
PI	Main-d'œuvre	518	534	404	482	335	349	475	442
	Mécanisation	996	1510	983	875	650	733	823	939
	Fournitures	864	1186	1134	1113	610	613	842	909
	<b>Total</b>	<b>2378</b>	<b>3230</b>	<b>2521</b>	<b>2470</b>	<b>1595</b>	<b>1695</b>	<b>2140</b>	<b>2290</b>
PI moyenne suisse <sup>1</sup>	Main-d'œuvre	433	490	360	403	535	367	461	436
	Mécanisation	634	6324	548	503	689	435	600	576
	Fournitures	1098	1261	1053	1160	1100	881	987	1077
	<b>Total</b>	<b>2165</b>	<b>2375</b>	<b>1961</b>	<b>2066</b>	<b>2324</b>	<b>1638</b>	<b>2048</b>	<b>2089</b>

<sup>1</sup>Dans des conditions d'exploitation semblables.

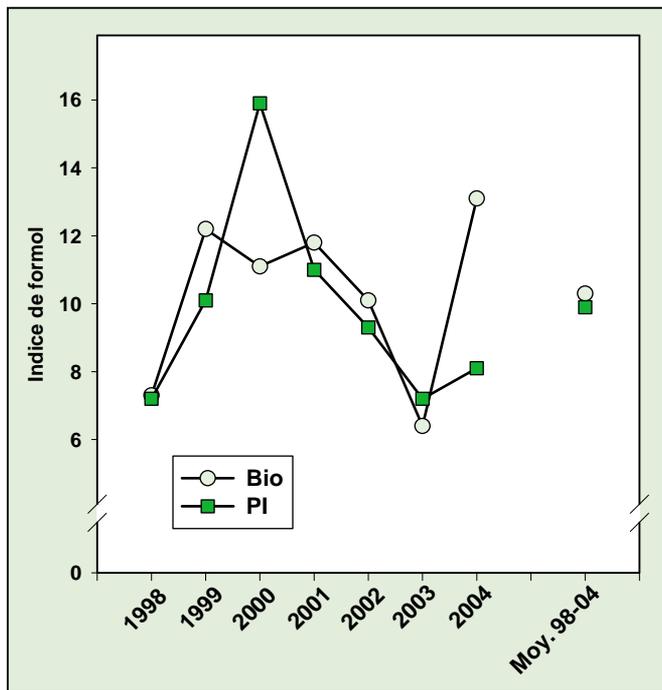


Fig. 8. Essai de comportement Bio et PI. Chasselas/3309. Indice de formol des moûts à la vendange. Perroy, 1998-2004.

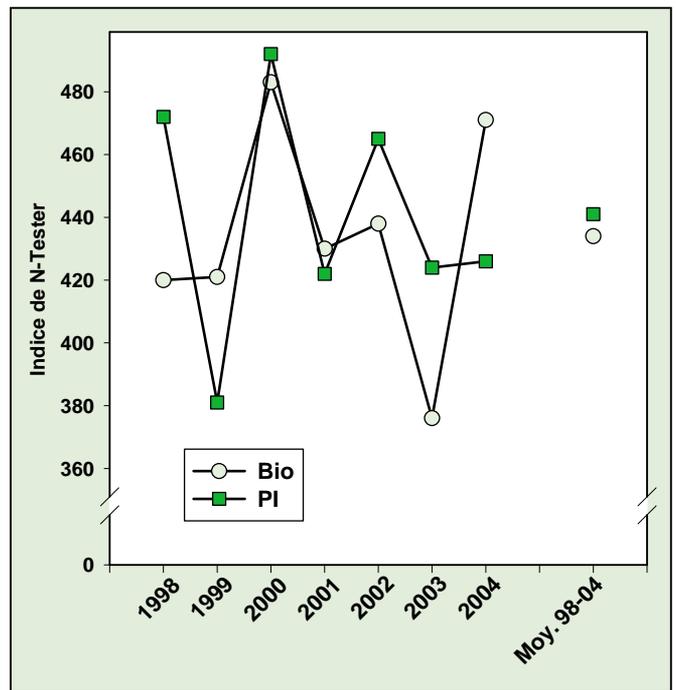


Fig. 9. Essai de comportement Bio et PI. Chasselas/3309. Indice N-Tester dans la zone des grappes. Perroy, 1998-2004.

## Nutrition de la plante

Concernant l'azote, les valeurs du diagnostic foliaire (fig. 6) ont été très proches dans les variantes Bio et PI. L'entretien du sol dans la variante Bio par bêchage ou hersage de l'interligne, un interligne sur deux ou parfois dans tous les interlignes (tabl. 2; fig. 7), a permis de contrôler l'enherbement et a entraîné une alimentation azotée très compara-



Fig. 7. L'entretien du sol sous le rang de la variante Bio a nécessité de nombreux travaux culturaux. Décavaillonnage dans un vignoble de La Côte vaudoise. (Photo Ph. Vauthier, EIC.)

ble à celle de la variante PI; celle-ci a reçu, au cours de quatre années, un complément de fumure azotée minérale (tabl. 3).

L'interprétation des valeurs du diagnostic foliaire, basée sur l'échelle proposée pour le Chasselas (Spring *et al.*, 2003), montre que l'approvisionnement en azote des feuilles est généralement normal, à l'exception des millésimes 1998 et 2003 pour lesquels les valeurs étaient faibles à très faibles. Ces différences liées au millésime peuvent être expliquées par le climat sec des saisons 1998 et 2003. Il existe une bonne corrélation ( $R^2 = 0,8$ ) entre le déficit hydrique des mois d'avril à août (sur la base de la station météorologique de Changins) et la teneur en azote des feuilles.

Les données du diagnostic foliaire pour l'azote sont en grande partie confirmées par la teneur en azote des moûts (indice de formol) déterminée à la vendange (fig. 8). Les valeurs enregistrées sont très proches dans les deux variantes, à l'exception des millésimes 2000 et 2004. En 2004, les valeurs nettement plus élevées enregistrées chez la variante Bio proviennent certainement d'un tra-

vail du sol particulièrement intensif et tardif (tabl. 2), lié à la remise en état des sols fortement affectés par un très fort orage de grêle. Cet orage a entraîné une érosion de surface importante dans la variante Bio où le sol n'était pas protégé par un enherbement permanent. Comme pour l'azote foliaire, l'azote dans les moûts a présenté les valeurs les plus basses lors des années sèches de 1998 et 2003, pour lesquelles le niveau peut être qualifié de nettement insuffisant selon l'échelle établie par Lorenzini (1996).

L'indice chlorophyllien du feuillage (indice N-Tester; fig. 9), déterminé au moment de la véraison, confirme également un niveau moyen de nutrition azotée proche dans les deux variantes.

Le diagnostic foliaire effectué au moment de la véraison a également permis de contrôler la nutrition de la vigne en ce qui concerne les autres éléments majeurs (P, K, Ca et Mg). Les résultats sont réunis dans la figure 6. Les seules différences concernent l'alimentation en potassium de la plante qui a généralement été plus basse dans la variante Bio. Ces différences sont peut-être liées aux travaux superficiels du sol effec-

Tableau 5. Essai de comportements Bio et PI. Chasselas/3309. Analyse de base des moûts de l'essai de Perroy (moyennes 1998-2005).

	Sucre Indice réfractométrique (°Oe)	Acidité <sup>1</sup> totale (g/l)	Acide <sup>2</sup> tartrique (g/l)	Acide <sup>3</sup> malique (g/l)	pH
Bio	73,5	6,7	6,1	3,3	3,35
PI	73,3	6,4	6,0	3,1	3,34

<sup>1</sup>Acidité totale exprimée en acide tartrique. <sup>2</sup>Moyennes 1999-2004. <sup>3</sup>Moyennes 2000-2004.

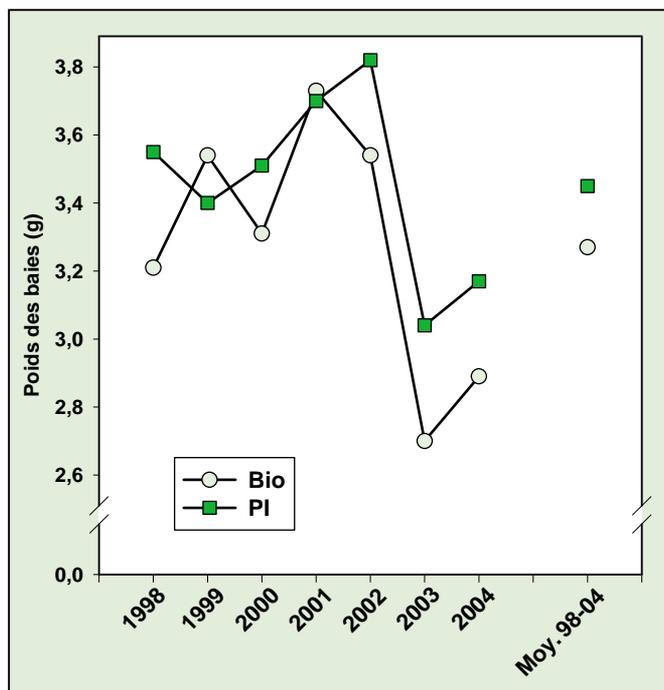


Fig. 10. Essai de comportement Bio et PI. Chasselas/3309. Poids des baies à la vendange. Perroy, 1998-2004.

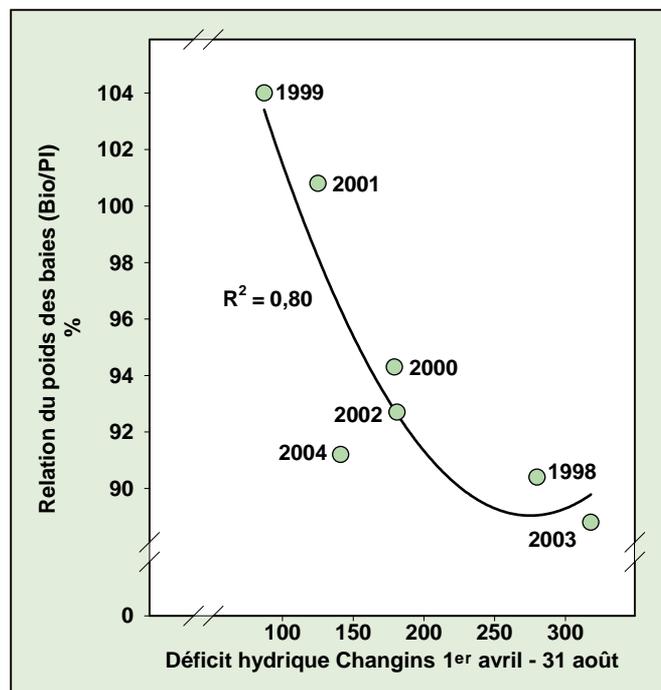


Fig. 11. Essai de comportement Bio et PI. Chasselas/3309. Déficit hydrique en période végétative et poids relatif des baies entre les variantes Bio et PI. Perroy, 1998-2004.

tués dans cette variante qui limitent l'enracinement dans l'horizon supérieur du sol riche en potassium.

## Prélèvements et analyse des baies peu avant la vendange

En moyenne des sept années de contrôle, les poids des baies issues de la variante Bio ont été plus faibles que ceux de la variante PI (fig. 10). Les différences ont été particulièrement marquées lors des années sèches, alors qu'en millésime humide comme 1999 ou 2001, les écarts n'ont pas été perceptibles. Il existe une bonne corrélation entre le déficit hydrique du printemps et de l'été et le poids relatif des baies dans les deux variantes (exprimé en % du poids des baies en Bio par rapport au poids des baies en PI; fig. 11). L'influence d'une contrainte hydrique croissante de la vigne sur la diminution du poids des baies a été clairement démontrée dans le cadre de travaux sur la caractérisation des terroirs viticoles vaudois (Zufferey *et al.*, 2004). Les différences observées entre la variante Bio et PI pourraient résulter d'un stress hydrique supérieur pour la variante Bio en période sèche, lié au travail du sol qui contribue à limiter l'enracinement dans l'horizon supérieur du sol.

Le tableau 5 réunit les données d'analyse de base du moût issu de l'échantillon de baies prélevées peu avant la vendange. On ne note que peu de différences au niveau des divers paramètres.

## Conclusions

Le suivi réalisé à Perroy ne visait pas à apprécier la valeur globale d'un mode de production par rapport à un autre, mais à observer sur une parcelle homogène leurs effets directement mesurables sur le plan phytosanitaire et nutritionnel. Cette étude a permis de tirer les conclusions suivantes:

- ❑ La variante Bio a été traitée avec moins de matières actives que la variante PI, mais la protection phytosanitaire de la parcelle a nécessité en moyenne deux interventions supplémentaires par année.
- ❑ La lutte contre le mildiou et l'oïdium a été globalement satisfaisante dans les deux variantes. Cependant, lors de forte pression de l'oïdium, les traitements biologiques se sont avérés moins efficaces que ceux appliqués en PI, avec parfois des conséquences négatives sur la qualité de la vendange.
- ❑ La lutte biologique contre les acariens phytophages a été assurée dans les deux variantes. Le programme de traitement biologique a cependant provoqué une baisse des densités de typhlodromes.
- ❑ Le coût de la protection phytosanitaire a été en moyenne 40% plus élevé en Bio qu'en PI, en raison de frais de mécanisation et de main-d'œuvre plus importants.
- ❑ L'alimentation azotée mesurée par diagnostic foliaire, indice formol et N-Tester, a été tout à fait comparable dans les deux variantes. Le travail du sol dans la variante Bio a permis une gestion satisfaisante de l'azote, mais est probablement à l'origine d'une alimentation en potassium régulièrement inférieure dans ce système.
- ❑ Le poids des baies à la vendange en Bio a été en moyenne inférieur à celui enregistré en PI, ce qui pourrait résulter d'une contrainte hydrique supérieure pour la variante Bio dans les années sèches.
- ❑ Les analyses de moûts n'ont pas montré de différences significatives entre les deux variantes.
- ❑ Les millésimes Bio 1998 et 2004 (grêle) n'ont pas été vinifiés, tandis que ceux des années 1999 et 2000 ont obtenu le label de qualité Terravin.

## Bibliographie

- Aerny J., 1996. Composés azotés des moûts et des vins. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **28** (3), 161-165.
- Delabays N., Gut D., Linder Ch., Höhn H., Viret O. & Siegfried W., 2006. Index phytosanitaire pour la viticulture 2006. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **38** (1), 1-16.
- Droz P. & Wirthner V., 2005. Frais de production en viticulture suisse, résultats technico-économiques 2004. Agridea Lausanne, CP 128, 1000 Lausanne 6.
- FAT, 2004. Rapport FAT N° 603, Coûts machines 2004, FAT 8356 Tänikon.
- Genini M., 1987. Ecosystème verger de pommier: possibilités d'implantation des phytoséides et modélisation du sous-système «Verger-Panonychus ulmi (Koch)-Typhlodromus pyri (Scheuten)». Thèse EPFZ N° 8385, 133 p.
- Lorenzini F., 1996. Teneur en azote et en fermentscibilité des moûts. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **28** (5), 237-251.
- Spring J.-L., 1999. Indice chlorophyllien du feuillage et nutrition azotée du cépage Chasselas. Premières expériences en Suisse romande. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **31** (3), 141-145.
- 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., Ryser J.-P., Schwarz J.-J., Basler P., Bertschinger L. & Häseli A., 2003. Données de base pour la fumure en viticulture. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **35** (4).
- Vitiswiss, 1999. Exigences de base pour la production biologique en viticulture sur le plan suisse. Vitiswiss, Chutzenstrasse 47, CH-3000 Berne, 15 p.
- Zufferey V. & Murisier F., 2004. Etude des terroirs viticoles vaudois. 4. Comportement physiologique et agronomique de la vigne. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **36** (4), 14-20.
- Zürcher M., Siegfried W., Sacchelli M., Höhn H., Husstein A. & Bertschinger L., 2003. Systemvergleichsversuch: Integrierte und biologische Apfelproduktion. Teil I: Pflanzenschutz. *Schweiz. Z. Obst-Weinbau* **21**, 9-13.

## Summary

### Integrated and organic grape production: synthesis of seven experimental years

An experimental plot located in Perroy (Vaud, Switzerland) has been conducted from 1998 to 2004 partly according to the principles of the integrated production (IP) and partly as organic production (Bio). Globally the control of the fungal diseases led to satisfactory results in both systems. Under high powdery mildew pressure, the Bio products were less efficient. The Bio products have decreased the predatory mites *Typhlodromus pyri* populations, without compromising the biological control of mites. In Bio, the more important number of sprays related to the man work has increased the costs of the disease control of about 40% compared to IP. No significant differences could be obtained on the nutritional aspects of the plants. The soil management practices in Bio allowed a good management of the nitrogen status of the plant. Among the major elements, only the potassium in Bio has been weakly absorbed by the plants. The weight of the berries at harvest was lighter in Bio during the dry years. Analysis performed on the must did not show noticeable differences.

**Key words:** integrated grape production, organic grape production, plant protection, nutrition, production costs.

## Zusammenfassung

### Integrierte und biologische Produktion: Synthese von sieben Versuchsjahren

Eine Rebenparzelle in Perroy (Waadt, Schweiz) wurde zwischen 1998 und 2004 teils nach den Richtlinien der integrierten Produktion (IP) und teils nach denen des biologischen Weinbaus (Bio) geführt. Die Pflanzenschutzmassnahmen der beiden Verfahren haben zu befriedigenden Resultaten geführt. Unter starkem echtem Mehltau-Befallsdruck, war die Wirkung der Bio-Produkte schwächer. Die Bio-Produkte hatten einen negativen Effekt auf die Raubmilbenpopulation (*Typhlodromus pyri*) ohne die Bio-Bekämpfung gegen Milben zu beeinträchtigen. Die höhere Behandlungsfrequenz, verbunden mit einem grösseren Arbeitskräfteeinsatz haben die Kosten des Pflanzenschutzes im Bio-Verfahren um 40% erhöht. Bezüglich der Pflanzenernährung konnten keine signifikanten Unterschiede beobachtet werden. Die Bodenbearbeitung in der Bio-Parzelle erlaubte eine gute Stickstoffversorgung. Einzig Kalium wurde im Bio-Verfahren weniger gut aufgenommen. In trockenen Jahren war das Traubengewicht bei der Ernte im Bio-Verfahren tiefer als im IP. Die Analysen der Traubensäfte zeigten keine nennenswerten Unterschiede.

## Riassunto

### Viticultura integrata e bio-organica: sintesi di sette anni di osservazioni

Nel comune di Perroy (Vaud, Svizzera), una parcella di Chasselas è stata lavorata dal 1998 al 2004 con due metodi di coltivazione: secondo i principi della produzione integrata (PI) su una parte, e secondo le direttive della coltura biologica (Bio) sull'altra parte. Il programma di difesa applicato contro le malattie crittogamiche ha dato risultati soddisfacenti in entrambi i casi. Allorché la pressione dell'oidio si rivela importante, i prodotti Bio sono meno efficaci. I trattamenti Bio hanno avuto un'incidenza negativa

sulle popolazioni dell'acaro predatore *Typhlodromus pyri*, senza però compromettere la lotta biologica contro gli acari fitofagi. Il numero più importante di trattamenti nella variante Bio, che hanno richiesto più di manodopera, ha aumentato le spese della protezione fitosanitaria del 40%. Dal punto di vista nutrizionale, nessuna differenza significativa ha potuto essere evidenziata. Le tecniche di lavoro del suolo, nel Bio, hanno permesso una buona gestione dell'azoto. Tra i principali elementi nutritivi, solo il potassio è stato meno bene assorbito dalla pianta nell'alternativa Bio. Durante gli anni secchi, il peso degli acini alla vendemmia è risultato inferiore nel Bio. Le analisi dei mosti non hanno permesso di evidenziare delle differenze importanti tra il Bio e la PI.