

Influence de la culture intercalaire de ray grass sur la microflore des sols de vigne

par

C. CUINIER, J. PUISAIS et P. GALZY

Effect of intercalary ray grass culture on vineyard soil microflora

S u m m a r y . — During three years, intercalary ray grass culture was compared with traditional soil maintenance. The experiment was carried out in five viticultural soils in Touraine. Physical, chemical and microbiological soil parameters were measured during three seasons. Viticultural features were determined once a year. Statistical analysis of results showed that soil is the main factor, but climate and treatment are also responsible for observed modifications.

With intercalary ray grass culture, soil microflora, particularly Actinomycetes and functional groups of nitrogen and carbon cycle, is stimulated very clearly. pH value of soil is increased, yield is modified variably according to the soils. The use of that technique must be adapted to soil nature and climatic conditions.

Introduction

Les sols viticoles sont sujets à des tassements qui sont la conséquence des passages fréquents des outils et des tracteurs toujours au même endroit. Pour éviter cet inconvénient l'enherbement du sol, comme l'incorporation de paille ou de tourbe, améliore la structure (KROMP 1970). D'autre part ces sols nus sont sujets à l'érosion surtout s'ils sont en forte pente, il est évident qu'une couverture végétale évite ce danger pendant les périodes pluvieuses. PERRÉ et KOBLET (1974) ont utilisé plusieurs plantes pour réaliser un enherbement temporaire: orge, avoine, seigle, ray grass, trèfles . . . Ces auteurs ont montré que les résultats sur la qualité et le rendement dépendent plus des conditions météorologiques de l'année que des plantes utilisées. Ils ont montré également que l'enherbement limite le dessèchement de la rafle. Mais l'action de cette pratique culturale sur l'alimentation de la vigne est mal connue; c'est pourquoi nous avons recherché l'influence de la culture intercalaire de ray grass sur les caractéristiques physiques, chimiques et microbiologiques des sols et sur la production de vin d'Appellation d'Origine Contrôlée dans cinq terroirs viticoles de Touraine pendant trois années: 1970, 1971, 1972.

Matériel et Méthodes

I. Cadre de l'expérience

A. Caractéristiques physico-chimiques du sol et caractéristiques viticoles des terroirs étudiés

Les caractéristiques physiques et chimiques principales sont indiquées sur les graphiques de la Figure 1 (moyenne par terroir pendant les trois années d'étude).

Terroir 1 : Il est situé dans la région de Chinon. Le sol est sableux peu caillouteux, profond, mais acide et pauvre au point de vue chimique. Le vignoble est constitué de Cabernet Franc greffé sur *Vitis riparia* × *V. rupestris* 3309 C.

Terroir 2 : Il appartient à la zone d'AOC Chinon. Le sol est un limon sableux très caillouteux, chimiquement riche. Il repose sur argile à silex. Il présente des horizons très compactés entre 15 et 45 cm ce qui entraîne un très mauvais enracine-

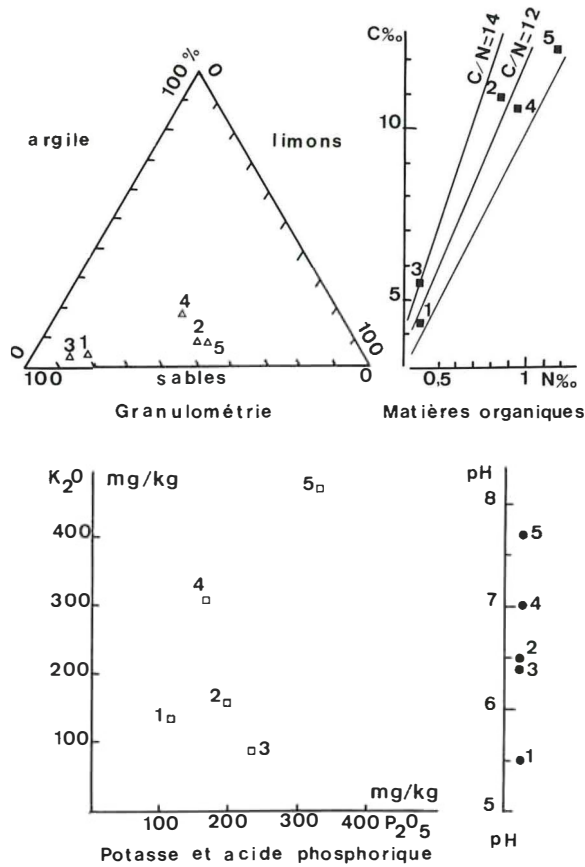


Fig. 1: Caractéristiques des terroirs.
Soil features.

ment développé surtout en surface. Il est planté de Cabernet Franc greffé sur *V. riparia* Gloire.

Terroir 3: Il est situé dans la région de Bourgueil. Le sol est un sable graveleux très profond. Les racines de vignes sont abondantes et très bien réparties au moins jusqu'à 1 m de profondeur. Le sol est pauvre surtout en matières organiques et en potasse. L'encépagement est constitué de Cabernet Franc greffé sur *V. riparia* × *V. rupestris* 3309 C.

Terroir 4: Ce terroir fait partie de l'AOC Montlouis. Le sol est un sable limoneux reposant sur un sable argileux qui est compact entre 50 et 60 cm. Pour cette raison, les racines sont surtout développées dans les horizons superficiels. C'est un sol neutre et riche au point de vue chimique. Le cépage est le Pineau de la Loire greffé sur *V. riparia* Gloire.

Terroir 5: Il est situé dans la région de Montlouis. C'est un sol limono-sableux peu profond; la roche mère calcaire n'est qu'à 40 cm. Pour cette raison l'enracinement est abondant mais très limité en surface. C'est un sol légèrement alcalin, riche en matières organiques et en éléments fertilisants. L'encépagement est constitué de Pineau de la Loire greffé sur *V. riparia* Gloire.

Les terroirs étudiés sont donc très différents au point de vue pédologique et viticole.

B. Caractéristiques climatiques

Elles sont rassemblées sur les graphiques de la Figure 2. Les données climatiques de la station météorologique de Tours ont été utilisées en suivant la méthode proposée par NIGOND (1971 et 1972).

1. Le facteur eau

Sur le graphique, la hauteur de pluie d'hiver, portée en abscisse, est celle qui correspond à l'époque précédant la période active de la vigne d'octobre à mars. Les pluies d'été, dont la hauteur est portée en ordonnée, sont celles qui ont été recueillies d'avril à septembre. Le graphique indique également les précipitations annuelles totales et la proportion de pluies d'été par rapport aux précipitations annuelles.

Les précipitations ont été abondantes en 1970 surtout en hiver. Elles ont été faibles pendant les deux autres années avec des pluies d'été plus abondantes en 1971 qu'en 1972. Au cours de cette étude le climat est devenu de plus en plus sec.

2. Le facteur température

Trois périodes du cycle végétatif de la vigne sont considérées: janvier à avril (repos végétatif), avril à juillet (croissance), juillet à septembre (maturation). Pour les trois graphiques, la moyenne des températures minimum est portée en abscisse, et la moyenne des températures maximum en ordonnée.

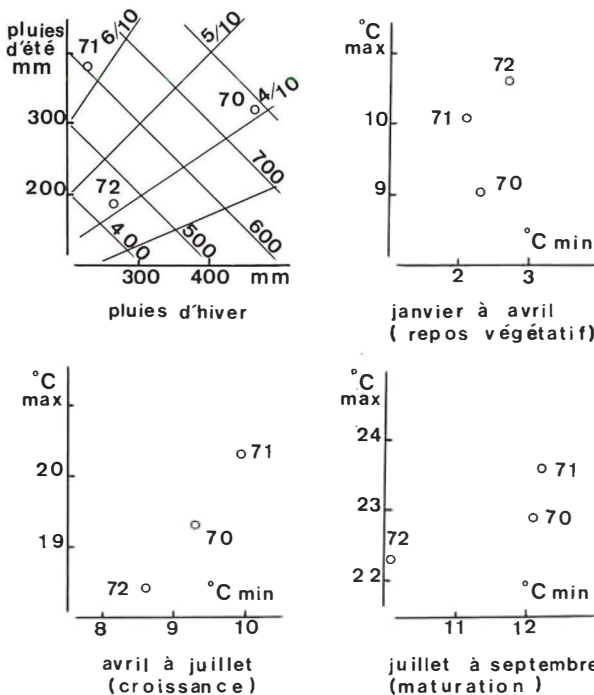


Fig. 2: Caractéristiques climatiques des années 1970 à 1972 à Tours. Climatic features, years 1970 to 1972 at Tours.

L'année 1970 a été froide pendant la période de repos végétatif et relativement chaude pendant la croissance et la maturation.

L'année 1971 est celle où le facteur température a été le plus favorable pendant la croissance et la maturation de la vigne.

En 1972 la température est élevée pendant le repos végétatif mais froide pendant la croissance et la maturation.

3. Relation entre le climat et les caractéristiques viticoles

En 1970 la récolte a été très abondante et de bonne qualité. L'alimentation en eau de la vigne a été suffisante sans excès en été et le facteur température a été favorable au cours de la période active de la vigne.

En 1971 les vendanges ont été de très bonne qualité mais le rendement a été faible. L'abondance relative des pluies d'été a été néfaste au moment de la floraison. Si le facteur température a été bénéfique pendant la croissance et la maturation, une période plus froide au mois de juin a provoqué la *çpulture*, cause de faible production.

En 1972, la qualité des vins a été médiocre et la production inférieure à la moyenne. La sécheresse de l'été est à l'origine du faible rendement. Le facteur température défavorable pendant la croissance et la maturation est responsable de la mauvaise qualité. La floraison de la vigne a été tardive et la maturation n'a pas été favorisée.

Le climat a donc été très différent pendant les trois années de l'étude.

C. La culture intercalaire de ray grass

Après un travail superficiel du sol le ray grass est semé pendant la deuxième quinzaine de juillet sur l'interligne à raison de 16 kg de graines par hectare. Il se développe alors en fonction des précipitations et recouvre bien le sol en septembre. Il poursuit sa croissance pendant l'automne et au début de l'hiver. Il est détruit chimiquement au début du mois de janvier afin de ne pas concurrencer la vigne. Pour cela, on utilise un produit défanant, la Paraquat à la dose de 4 à 5 l/ha et un produit systémique, la Simazine, à la dose de 1,5 kg/ha pour ne pas contrarier la croissance du semis suivant. Le cavaillon est désherbé de façon permanente en général le 2,4-D sels d'ammonium est employé fin juin.

L'apport d'agents fertilisants est le même que pour des vignes conduites de façon classique. Les engrais apportant P et K sont appliqués en hiver ou au printemps à la surface du sol. Au cours des deux premières années l'azote nécessaire à la vigne est fourni au printemps. Ensuite lorsque le ray grass est bien implanté, il restitue de l'azote au sol après destruction; les doses sont alors réduites. Au moment du semis, 20 unités d'azote et au moment de la vendange 50 à 70 unités sont épandues sous forme de nitrate d'ammoniaque.

D. Description de l'essai

Les cinq terroirs considérés ont été divisés en deux parcelles voisines. L'une sert de témoin, son sol est labouré en hiver et travaillé superficiellement en été. Sur l'autre la culture intercalaire du ray grass est pratiquée. La mise en place de cet essai a été faite en 1968 et 1969. Les apports d'agents fertilisants sont identiques dans les deux parcelles sauf pour l'azote. Les niveaux sont de l'ordre de N = 30 à 40 unités, P = 100 à 200 unités, K = 100 à 150 unités. La surface des parcelles est de 5 à 20 ares selon les terroirs.

L'étude a été effectuée de 1970 à 1972. Chaque année les prélèvements sont réalisés entre 5 et 25 cm de profondeur à trois périodes correspondant à des étapes du cycle végétatif de la vigne: repos végétatif, du débourrement à la nouaison, de la véraison à la chute des feuilles. Ainsi les variations de la microflore sont étudiées en fonction des saisons et des années.

II. Analyses microbiologiques

La microflore du sol a été étudiée en utilisant les méthodes proposées par POCHON et TARDIEUX (1962). Nous avons dénombré d'une part des groupes systématiques (flore bactérienne totale cultivée en milieu liquide, champignons, actinomycètes), d'autre part des groupes fonctionnels (bactéries fixatrices d'azote aérobies et anaérobies, germes protéolytiques, ammonifiants, nitreux, nitriques et dénitrificateurs, germes amylolytiques, pectinolytiques et cellulolytiques aérobies et anaérobies, germes réducteurs du soufre oxydé et oxydants du soufre).

III. Analyses physiques et chimiques

Les méthodes habituelles ont été utilisées pour le pH (POCHON 1954), le carbone organique (ANNE 1945), l'azote méthode KJELDAHL modifiée (DEMOLON et LEROUX 1952), le phosphore assimilable et la potasse assimilable (BARBIER 1941) et les acides humiques (CHAMINADE 1946).

Le facteur eau considéré au niveau du sol est le rapport entre l'humidité et le pouvoir de rétention en eau à $pF = 3$ exprimés par rapport au poids de sol sec.

IV. Analyses au niveau de la vigne

Au moment de la vendange on pèse la récolte au moins de 100 souches par parcelle, le rendement par hectare en est déduit.

La qualité des moûts est appréciée par les mesures suivantes:

- Teneur en sucre en g/l qui permet de calculer le taux d'alcool probable du vin exprimé en degré Gay-Lussac.
- L'acidité totale en g d'acide sulfurique par litre.
- L'indice de maturité est le rapport teneur en sucre sur acidité totale comme exprimées ci-dessus.

V. Méthode statistique employée

La méthode des plans plurifactoriels a été utilisée (VESSEREAU 1960), quatre facteurs sont contrôlés, traitement, terroir, saison, année. Les effets principaux et les interactions sont étudiés.

Résultats expérimentaux

I. Influence sur la microflore du sol

La méthode des plans plurifactoriels a permis de mettre en évidence les effets de chaque facteur contrôlé et leurs interactions (Tableau 1) sur la microflore du sol. Les différences sont surtout imputables au terroir. Les autres facteurs exercent une influence variable selon les éléments de la microflore. La population de champignons ne dépend que du terroir, alors que d'autres groupes microbiens sont affectés par tous les facteurs étudiés (traitement, terroir, saison, année) comme les germes aérobies et anaérobies fixateurs de l'azote, les germes ammonifiants et les bactéries dénitrificatrices.

Certains paramètres ne sont pas influencés directement par un facteur donné mais indirectement par l'intermédiaire d'interactions significatives. Par exemple

Tableau 1

Caractéristiques microbiologiques: effets du traitement (1), du terroir (2), de la saison (3) et de l'année (4) et interactions de premier ordre
 Microbiological features: effects of treatment (1), soil (2), season (3) and year (4), and first order interactions

	Trait. 1	Ter. 2	Sais. 3	An. 4	Interactions					
					1 × 2	1 × 3	1 × 4	2 × 3	2 × 4	3 × 4
Flore totale		**	**	**						**
Champignons		**								
Actinomycètes	*	**		*	**					
Bactéries aérobies										
fixatrices de l'azote	*	**	**	**	**			**		**
Bactéries anaérobies										
fixatrices de l'azote	**	**	*	**	*					*
Germes protéolytiques	*	**		*						**
Germes ammonifiants	*	**	**	**						**
Bactéries nitreuses		**	**	**						
Bactéries nitriques	*	**		**			*	**	**	**
Bactéries dénitrificatrices	*	**	**	**	*			*		**
Germes amylolytiques	*		*			*		*		**
Germes pectinolytiques		**	**	*						
Germes cellulolytiques aérobies		*		**						
Germes cellulolytiques anaérobies	*	**		**	*		*	*		*
Germes réducteurs du soufre oxydé		*		*						
Germes oxydants du soufre		**	**							

* Significatif au seuil 5%

** Significatif au seuil 1%

la population de ferments nitriques ne dépend pas directement de la saison, mais pour ces germes existent des interactions significatives, terroir \times saison et saison \times année. Ce type de résultat permet de penser que le facteur agit sur les ferments nitriques mais d'une façon complexe variable en fonction du terroir et de l'année.

A. Effet direct de la culture intercalaire de ray grass sur la microflore du sol

Le Tableau 2 présente les effets directs de la technique utilisée sur la microflore du sol. Les moyennes des densités microbiennes obtenues dans les parcelles, ayant reçu le même traitement pour l'ensemble de l'expérimentation, sont indiquées ainsi que les plus petites différences significatives au seuil de 1% et 5%. Certains groupes microbiens ne sont pas du tout influencés par le traitement: flore totale, champignons, bactéries nitreuses, germes pectinolytiques et cellulolytiques aérobies, germes réducteurs et oxydants du soufre.

Par contre la culture intercalaire de ray grass entraîne un accroissement significatif au seuil de 5%: des actinomycètes; de tous les groupes du cycle de l'azote sauf des bactéries nitreuses; des germes amylolytiques et cellulolytiques anaérobies.

Tableau 2

Moyennes des densités microbiennes exprimées en logarithmes décimaux de la population par gramme de sol sec
Means of microbiological densities, given in decimal logarithms of population in gram of dried soil

	Parcelles témoin	Parcelles ray grass	P.p.d.s.		Signifi- cation
			P < 1%	P < 5%	
Flore totale	7,52	7,65	0,20	0,14	NS
Champignons	5,05	4,91	0,22	0,16	NS
Actinomycètes	6,27	6,35	0,12	0,07	S
Bactéries aérobies					
fixatrices de l'azote	5,95	6,13	0,20	0,14	S
Bactéries anaérobies					
fixatrices de l'azote	3,48	3,91	0,37	0,27	S
Germes protéolytiques	6,16	6,41	0,28	0,20	S
Germes ammonifiants	7,48	8,00	0,53	0,38	S
Bactéries nitreuses	2,57	2,79	0,44	0,32	NS
Bactéries nitriques	3,09	3,41	0,32	0,23	S
Bactéries dénitrificatrices	4,70	5,04	0,42	0,30	S
Germes amylolytiques	6,18	6,40	0,28	0,20	S
Germes pectinolytiques	5,69	5,85	0,35	0,26	NS
Germes cellulolytiques					
aérobies	3,74	3,70	0,29	0,21	NS
Germes cellulolytiques					
anaérobies	3,61	3,87	0,34	0,25	S
Germes réducteurs					
du soufre oxydé	1,40	1,60	0,48	0,34	NS
Germes oxydants du soufre	3,78	3,62	0,34	0,25	NS

P.p.d.s.: plus petite différence significative

NS: non significatif

S: significatif

Pour les bactéries anaérobies fixatrices de l'azote l'augmentation est significative au seuil de 1%.

Si les germes du cycle du soufre ne sont pas affectés, une partie importante de la microflore du sol, jouant un rôle au niveau des cycles du carbone et de l'azote, est stimulée par la culture intercalaire de ray grass. Or l'augmentation de l'activité des actinomycètes, des bactéries anaérobies fixatrices de l'azote, des bactéries nitriques est en relation avec la valeur viticole du sol (CUINIER 1975).

B. Effets complexes de la culture intercalaire de ray grass sur la microflore du sol

Huit interactions incluant le facteur traitement ont été mises en évidence (Tableau 1). Elles révèlent la complexité de la réaction de la microflore au traitement. L'étude détaillée de ces interactions significatives a permis de montrer les faits suivants (CUINIER 1975):

Dans le cas des actinomycètes l'existence de l'interaction traitement \times terroir montre que la culture intercalaire de ray grass favorise beaucoup ces microorganismes dans les terroirs 1 et 3, qui sont les sols les plus sableux et les plus pauvres, alors que l'inverse est observé dans les sols des terroirs 2, 4 et 5, mieux pourvu chimiquement et plus riches en limon et en argile. La technique utilisée, améliorant l'aération, augmentant le pH et limitant les excès d'humidité, crée des conditions édaphiques favorables aux actinomycètes dans les sols sableux.

Une interaction traitement \times terroir a été notée pour les bactéries fixatrices de l'azote aérobies et anaérobies. L'ensemble des bactéries fixatrices de l'azote est stimulé d'autant plus que le sol est plus pauvre et sableux (terroir 1 et 3).

L'interaction traitement \times année est significative pour les bactéries nitriques. Ces bactéries sont favorisées par la culture intercalaire de ray grass en 1970 et 1972, alors qu'en 1971 il n'y a pas de différence par rapport au témoin. Le climat de l'année 1971 a vraisemblablement eu plus d'influence sur le développement des bactéries nitriques que le traitement. Comme cela a déjà été signalé, l'année 1971 a été chaude pendant le printemps et humide en été. Les particularités du climat de l'année 1971 n'ont pas permis à l'action du traitement de s'exprimer.

La culture intercalaire de ray grass accroît la population de bactéries dénitrificatrices mais l'interaction traitement \times terroir montre qu'il existe des exceptions. Dans le terroir 2 le traitement n'exerce pas d'effet, alors que dans le terroir 4 la densité de ces bactéries est abaissée par la technique ray grass. Ces résultats sont en accord avec ceux de BRAR (1972), qui a montré que la respiration des racines pourrait augmenter la dénitrification en créant un déficit en oxygène à leur voisinage. Dans le cas du terroir 4 dont le sol est le plus argileux, cet effet pourrait être masqué par l'effet de division par les racines de ray grass, qui accroît l'aération du sol.

Les germes amylolytiques présentent des densités microbiennes qui dépendent à la fois de la saison et du traitement (interaction traitement \times saison). Dans les parcelles ray grass ce groupe est favorisé pendant les périodes de repos et de croissance de la vigne, mais inhibé pendant la période de maturation. L'explication de ce phénomène pourrait être la suivante. Dans les parcelles témoins, les herbes sont détruites souvent par le travail du sol; en se décomposant elles libèrent de l'amidon qui est décomposé par les germes amylolytiques en particulier pendant la maturation. A ce moment-là dans les parcelles ray grass, l'herbe se développe ne libérant pas d'amidon. Par contre, au cours des phases repos et croissance de la vigne, le ray grass, détruit par les désherbants, se décompose, fournissant au sol l'amidon en

quantité d'autant plus importante que son développement a été fort, et les germes amylolytiques s'en trouvent stimulés.

Pour les germes cellulolytiques anaérobies, les interactions traitement \times terroir et traitement \times année sont significatives. La culture intercalaire de ray grass ne stimule pas les germes cellulolytiques anaérobies dans le sol du terroir 2 limoneux et peu aéré. Il en est de même en 1970 qui a été une année un peu humide. Dans ces cas exceptionnels l'anaérobiose, due au sol ou au climat de l'année, a dépassé celle induite par la culture intercalaire de ray grass.

II. Influence sur les caractéristiques physiques et chimiques du sol

La première partie du Tableau 3 rassemble les résultats de l'analyse factorielle de l'essai pour les paramètres physiques et chimiques. La signification des effets directs et des interactions est indiquée au seuil de 1% et 5%.

Contrairement à ce qui a été observé pour la microflore du sol, on voit que le traitement est le facteur qui exerce le moins d'influence sur les caractéristiques physico-chimiques. Le terroir reste cependant le facteur écologique principal.

A. Effet direct de la culture intercalaire de ray grass sur les caractéristiques physiques et chimiques

Sur le Tableau 4 sont portés les moyennes des valeurs obtenues pour chaque paramètre dans l'ensemble des parcelles ayant reçu le même traitement pour toute l'expérimentation. Sont indiquées également les différences significatives au seuil de 1% et 5%.

Seules les valeurs du pH sont directement augmentées par la culture intercalaire de ray grass significativement au seuil de 1%.

B. Effets de la culture intercalaire de ray grass sur les caractéristiques physiques et chimiques (Tableau 3)

Pour le pH, l'étude de l'interaction significative traitement \times terroir a montré que son augmentation était marquée pour les sols des terroirs 1, 2 et surtout 3 dont les pH sont inférieurs à 7, alors que l'inverse a été observé pour les sols des terroirs 4 et 5 dont le pH est supérieur à 7. La culture intercalaire de ray grass aurait donc un effet neutralisant sur le sol.

Pour le carbone, les acides humiques, l'azote, les interactions significatives traitement \times terroir montrent que la culture intercalaire de ray grass exerce un effet variable selon les terroirs. La valeur de ces paramètres est accrue légèrement par la culture intercalaire de ray grass sauf dans le cas du terroir 2.

III. Influence sur les caractéristiques viticoles

Les effets directs et les interactions significatives sont indiqués sur le Tableau 3. On voit que les facteurs terroir et année exercent plus d'influence sur les caractéristiques viticoles que le facteur traitement. On connaît en effet les variations au point de vue production et qualité des raisins d'une année et d'un terroir à l'autre.

A. Effets directs de la culture intercalaire de ray grass sur les caractéristiques viticoles

Sur le Tableau 4 sont indiquées les moyennes observées dans les parcelles ray grass et témoin pour les paramètres viticoles en 1971 et 1972. Les différences significatives au seuil de 1% et 5% sont mentionnées.

Tableau 3

Caractéristiques physico-chimiques et viticoles: influence du traitement (1), du terroir (2), de la saison (3), de l'année (4), et interactions de premier ordre
 Physico-chemical and viticultural features: effects of treatment (1), soil (2), season (3), year (4) and first order interactions

	Trait. 1	Ter. 2	Sais. 3	An. 4	Interactions					
					1 × 2	1 × 3	1 × 4	2 × 3	2 × 4	3 × 4
Facteur eau		**	**						*	*
pH	**	**	**	**	**				**	
Carbone		**		**	*				**	**
Acides humiques		**	**	**	**				**	**
Azote		**	**	**	**					**
C/N		**		**					*	**
P ₂ O ₅ assimilable		*	—			—		—		—
K ₂ O assimilable		**	—	*	*	—		—	*	—
Rendement	**	**	—		**	—		—	**	—
Alcool		**	—	**		—		—	**	—
Acidité		**	—	**		—		—	*	—
Indice de maturité		**	—	**		—		—	*	—

* significatif au seuil 5%

** significatif au seuil 1%

Tableau 4

Valeurs moyennes des paramètres physiques, chimiques et viticoles
 Mean values of physical, chemical and viticultural parameters

	Parcelle témoin	Parcelle ray grass	P.p.d.s.		Signification
			P < 1%	P < 5%	
Facteur eau ¹⁾	1,56	1,52	0,16	0,12	NS
pH	6,59	6,79	0,14	0,09	S
Carbone (g/kg)	8,75	8,70	0,69	0,50	NS
Acide humique (g/kg)	0,96	0,98	0,07	0,05	NS
Azote (g/kg)	0,74	0,73	0,04	0,03	NS
C/N	12,16	12,18	1,2	0,8	NS
P ₂ O ₅ assimilable (mg/kg)	183	231	89	62	NS
K ₂ O assimilable (mg/kg)	220	214	19	14	NS
Rendement (t/ha)	7,19	6,53	0,46	0,28	S
Alcool (° G.L.)	9,25	9,39	0,56	0,34	NS
Acidité (g H ₂ SO ₄ /l)	10,29	9,92	0,73	0,44	NS
Indice de maturité ¹⁾	16,41	16,92	2,20	1,33	NS

P.p.d.s.: plus petite différence significative

NS: non significatif

S: significatif

¹⁾ voyez la définition dans le texte

Il apparaît que le taux d'alcool probable, l'acidité, l'indice de maturité des baies de raisin n'ont pas été influencés par le traitement. Par contre le rendement est significativement abaissé au seuil de 1% par la culture intercalaire de ray grass.

B. Effets complexes de la culture intercalaire de ray grass sur les caractéristiques viticoles

Sur le Tableau 3 on voit que seule une interaction traitement × terroir significative au seuil de 1% pour le rendement apparaît. L'étude de cette interaction permet de préciser l'influence de la culture intercalaire de ray grass selon les terroirs. Cette dernière a abaissé le rendement dans les terroirs 2, 4 et 5 et l'a augmenté légèrement dans les terroirs 1 et 3. Les trois premiers terroirs sont limono-argileux; le porte greffe est le *V. riparia* Gloire. Les deux autres sont sableux et le porte greffe est le 3309 C. Nous avons constaté dans les terroirs 2, 4 et 5 que l'enracinement est limité soit par une profondeur de sol insuffisante (terroir 5) soit par des phénomènes de compactage (terroirs 2 et 4). Il y a certainement eu concurrence entre les racines de vigne et celles de ray grass vis à vis de l'eau. Ce phénomène ne s'est pas produit dans les sols sableux profonds.

Des interactions traitement × année ne sont pas apparues en 1971 et 1972 caractérisée par des conditions climatiques différentes.

La cause est peut-être la sécheresse qui a affecté ces deux années.

Conclusion

L'étude réalisée a permis de montrer que les paramètres microbiologiques, physiques, chimiques et viticoles dépendent principalement du terroir. Mais les autres facteurs contrôlés traitement et climat (saison et année) influencent les variables mesurées. Les caractéristiques microbiologiques sont celles qui réagissent le plus nettement aux pratiques culturales comparées.

Avec la mise en oeuvre de la culture intercalaire de ray grass le sol n'est pratiquement pas travaillé mécaniquement. On aurait pu craindre un abaissement des densités microbiennes dans le sol. En effet il a été souvent remarqué que le travail du sol, surtout en profondeur, augmente la croissance et l'activité des microorganismes du sol (SUZUKI *et al.* 1969). Ces essais montrent le contraire.

En utilisant le ray grass, on pouvait prévoir des inhibitions de certains groupes microbiens. En effet MUNRO (1966) et NEAL (1969) ont montré que les bactéries nitrifiantes sont inhibées par des extraits de racines de graminées.

Par rapport au travail classique des sols viticoles, la culture intercalaire de ray grass a permis d'augmenter la population de 8 groupes microbiens. L'effet est surtout marqué au niveau du cycle de l'azote, des actinomycètes, des germes cellulolytiques anaérobies et amylolytiques. Les taux de carbone, d'azote, d'acides humiques et le pH sont généralement légèrement plus élevés dans les parcelles ayant reçu le ray grass. L'ensemble de ces faits contribue à améliorer la fertilité du sol. Des résultats semblables ont été trouvés par MINASSAN et AKOPIAN (1968).

Cependant l'existence d'interactions significatives de type traitement \times terroir a permis de montrer que l'effet du ray grass est d'autant plus favorable que le sol est plus léger et que l'enracinement de la vigne est profond. Les répercussions sont variables selon les années pour les bactéries nitriques et les germes cellulolytiques anaérobies. On peut en déduire que la culture intercalaire de ray grass doit être utilisée en tenant compte des conditions climatiques et des types de sol.

Dans les conditions de cet essai la culture intercalaire de ray grass exerce un effet dépressif global sur la production viticole, sans la compensation d'avantages enregistrés au niveau des paramètres reflétant la qualité: alcool probable, acidité, indice de maturité. Cependant il a été montré que l'effet est dépressif seulement dans le cas de sols riches en limon et en argile, peu profonds ou présentant des compactages maintenant les racines en surface. Dans les sols sableux profonds par contre, où l'enracinement de la vigne est développé dans les horizons inférieurs, l'effet est légèrement favorable.

La culture intercalaire de ray grass est donc une pratique culturale intéressante si elle est employée en tenant compte des types de sol et du climat.

DAVIDESCU *et al.* (1969) ont montré que dans les sols argileux et limoneux les racines de vigne sont abondantes surtout entre 20 et 50 cm et dans les sols sableux de 30 à 70 cm. Des résultats comparables ont été obtenus par STEINBERG (1973). C'est pourquoi la culture intercalaire de ray grass peut concurrencer l'alimentation hydrique de la vigne en année sèche dans les sols limoneux et argileux. Elle ne peut être utilisée dans les sols lourds qu'en année humide.

Dans les sols sableux et profonds la culture intercalaire de ray grass peut être conseillée quelles que soient les conditions climatiques. Si l'année est pluvieuse au moment de la maturation, le ray grass aura un bon développement et améliorera le sol et aura un effet vraisemblablement favorable sur la qualité des récoltes en éliminant les excès d'eau.

Résumé

Au cours de trois années, la culture intercalaire de ray grass a été comparée au travail traditionnel du sol. L'expérimentation a été conduite dans cinq terroirs viticoles de Touraine. Les paramètres physiques, chimiques et microbiologiques des sols sont mesurés au cours de trois saisons. Les caractéristiques viticoles sont déterminées une fois par an. L'analyse statistique des résultats montre que le terroir est le facteur principal, mais le climat et le traitement sont également responsables des modifications observées.

La culture intercalaire de ray grass a stimulé très nettement la microflore du sol, en particulier les actinomycètes et des groupes fonctionnels des cycles de l'azote et du carbone. Elle a augmenté la valeur du pH du sol et modifié le rendement d'une façon variable selon les terroirs. L'utilisation de cette technique doit être adaptée à la nature du sol et aux conditions climatiques.

Références bibliographiques

- ANNE, P., 1945: Sur le dosage du carbone organique des sols. *Ann. Agron. (Paris)* 2, 161—166.
- BARBIER, G., 1941: Détermination rapide de l'acide phosphorique et de la potasse comme guide de fertilisation. *Ann. Agron. (Paris), Nouv. Sér.* 2, 208—222.
- BRAR, S. S., 1972: Influence of roots on denitrification. *Plant and Soil* 36, 713—715.
- CHAMINADE, R., 1946: Sur une méthode de dosage de l'humus dans les sols. *Ann. Agron. (Paris)* 2, 119—132.
- CUINIER, C., 1975: Recherches sur la microflore édaphique des terroirs viticoles de Touraine. Applications culturales. Thèse Docteur Ingénieur, Clermont-Ferrand, 277 p.
- DAVIDESCU, D. et STANEF-FAGARASAN, VELICIA, 1969: L'alimentation minérale de la vigne en rapport avec la physiologie végétale et l'emploi des engrais. *Bull. OIV* 42, 18—33.
- DEMOLON, A. et LEROUX, D., 1952: L'étude expérimentale des sols. Gauthier-Villars, Paris, 251 p.
- KROMP, H., 1970: Untersuchungen über die Verbesserung der physikalischen Bodenstruktur von Weinbergsböden. *Mitt. Klosterneuburg* 20, 350—355.
- MINASSAN, A. I. et AKOPJAN, E. A., 1968: Influence des engrais et de l'ensemencement en plantes herbacées sur l'activité microbiologique des terrains semi désertiques en vignobles (en russe). *Biol. Zh. Armenii (Erevan)* 21, 36—45.
- MUNRO, P. E., 1966: Inhibition of nitrifiers by root grass extracts. *J. Appl. Ecol.* 3, 227—229.
- NEAL, J. K. jr., 1969: Inhibition of nitrifying bacteria by grass and forb root extracts. *Canad. J. Microbiol.* 15, 633—635.
- NIGOND, J., 1971: Le rôle du climat en viticulture. I. *Connaiss. Vigne Vin (Talence)* 5, 461—487.
- — —, 1972: Le rôle du climat en viticulture. II. *Connaiss. Vigne. Vin (Talence)* 6, 17—55.
- PERRET, P. und KOBLET, W., 1974: Einfluß temporärer Begrünung auf Leistungsmerkmale der Rebe. *Wein-Wiss.* 29, 282—292.
- POCHON, J., 1954: Manuel technique d'analyse microbiologique du sol. Masson, Paris, 123 p.
- — — et TARDIEUX, P., 1962: Techniques d'analyse en microbiologie du sol. Ed. de la Tourelle, Saint Mandé, 111 p.
- STEINBERG, B., 1973: Untersuchungen über die vertikale Verteilung der Wurzelspitzen auf verschiedenen Standorten. *Wein-Wiss.* 28, 57—83.
- SUZUKI, T., TOKUNAGA, Y. and WATANABE, I., 1969: Effect of the difference of tillage operation on microbial properties of soil layers. *Soil Sci. Plant Nutr.* 15, 280—291.
- VESSEREAU, A., 1960: Méthodes statistiques en biologie et en agronomie. Tome II. En: BOEUF, F. et VESSEREAU, A. (Edit.): Recherche et expérimentation en agriculture. Lib. J. B. Baillière et Fils, Paris, 540 p.

Eingegangen am 30. 6. 1975

C. CUINIER
Centre Technique Expérimental
de l'Institut Technique du Vin
14, rue Etienne Pallu
37000 — Tours
France

J. PUISAIS
Laboratoire Départemental et Régional
d'Analyses et de Recherches
14, rue Etienne Pallu
37000 — Tours
France

P. GALZY
Chaire de Génétique et de Micro-
biologie
École Nationale Supérieure Agronomique
34060 — Montpellier
France