Connaissance Vigne Vin, 1983, **17**, N° 1, 31-42.

APPORT DE MATIÈRES FERTILISANTES AVANT PLANTATION DE VIGNE RÉSULTATS D'UN ESSAI EN SOL DE GRAVES DU BORDELAIS

J. DELAS, C. MOLOT et J.P. SOYER

Institut National de la Recherche Agronomique
Station d'Agronomie
Centre de Recherches de Bordeaux
33140 Pont-de-la-Maye (France)

INTRODUCTION

La culture continue de la vigne contribue de multiples façons à dégrader la fertilité des sols : appauvrissement en éléments nutritifs, diminution du taux de matière organique, apparition de toxicités métalliques dues à l'excès d'acidité (DELAS et *al.*, 1959 : DELAS et MOLOT, 1968 ; DELAS et JUSTE, 1975 ; DELAS, 1981).

Dans les sols sableux dépourvus d'argile, cette dégradation peut provoquer des difficultés de croissance de la vigne et, en particulier, de graves échecs de replantation.

Si les moyens d'améliorer une composante particulière de la fertilité des sols (par apport d'engrais ou de matières organiques ou d'amendements calcaires) sont bien connus, il n'en est pas de même des méthodes susceptibles de restaurer simultanément l'ensemble de la fertilité d'un sol viticole dégradé, destiné à porter à nouveau de la vigne. C'est pour mettre au point une telle méthode globale que nous avons entrepris l'expérimentation en plein champ dont nous rapportons ici les résultats.

DISPOSITIF EXPERIMENTAL

L'essai a été mis en place en 1975, au domaine expérimental INRA de Couhins (33140 Pont-de-la-Maye), en zone d'appellation Graves, dans une parcelle ayant porté de la vigne pendant de très nombreuses années. Le climat est océanique, tempéré, humide. Le sol, qui appartient à la terrasse ancienne de la Garonne Fx b_1, est du type brun lessivé ; ses caractéristiques physico-chimiques initiales moyennes sont indiquées au tableau I. C'est un « sol de graves » (28 p. 100 de cailloux et graviers), de texture sableuse, dont la teneur en matière organique et la capacité d'échange de cations sont extrêmement faibles. Ce sol est très acide, très pauvre en anhydride phosphorique assimilable, potassium et magnésium échan-

geables ; sa teneur en cuivre échangeable est élevée et, du fait de la faible C.E.C., les risques de toxicité paraissent élevés (DELAS et JUSTE, 1975) ; la fertilité de ce sol a donc été fortement altérée par la culture continue de la vigne.

TABLEAU I

Caractéristiques initales moyennes du sol de la parcelle expérimentale
Profondeur 0 — 20 cm

TERRE BRUTE		
Cailloux (sup. à 20 mm)	p.1000	25,6
Graviers (2 à 20 mm)	p.1000	253,1
Terre fine (inf. à 2 mm)	p.1000	721,2
TERRE FINE		
Argile, inférieur à 2 µ	p.1000	19,-
Limon fin 2 - 20 µ	p.1000	45,-
Limon grossier 20 - 50 µ	p.1000	34,-
Sable fin 50 - 200 µ	p.1000	93,-
Sable grossier, 200 - 2000 µ	p.1000	809,-
Matière organique	p.1000	5,0
pH-eau		5,6
pH-KCl N		4,5
Capacité d'échange de cations	meq/100 g	2,6
P_2O_5 assimilable (Dyer)	p.1000	0,088
K échangeable (acétate d'ammonium N à pH 7)	p.1000	0,016
Ca " " " "	p.1000	0,187
Mg " " " "	p.1000	0,009
Cu " " " "	p.1000	0,024

La parcelle, sans relief, s'est révélée hétérogène du fait de la présence de mouillères (pas de drainage avant plantation).

Huit traitements, répétés 6 fois en randomisation totale, ont été appliqués :

— T : témoin, aucun apport de matières fertilisantes avant plantation ;

— F : amendement organique. 80 tonnes par hectare de fumier de ferme (la moitié en avril 1975 avant plantation, la moitié en novembre 1977 après plantation) ;

— CaO : amendement calcaire, 2 000 unités CaO par hectare sous forme de calcaire (la moitié en mars 1975 avant plantation, la moitié en janvier 1977 après plantation) ;

— P K : fumure phospho-potassique, en mars 1975 avant plantation : 400 unités P_2O_5 sous forme de superphosphate et 200 unités K_2O/ha sous forme de chlorure ;

— F + CaO : combinaison des traitements F et CaO ;

— F + P K : combinaison des traitements F et P K ;

— CaO + P K : combinaison des traitements CaO et P K ;

— F + CaO + P K : combinaison des traitements F, CaO et P K.

La décision d'effectuer des apports complémentaires de fumier et de calcaire après la plantation a été prise en raison des difficultes de croissance observées dans les traitements concernés.

L'amendement calcaire (traitement CaO) et la fumure phosphopotasique (traitement P K) ont été épandus en surface, puis enfouis par un labour (labour de défoncement en 1975). Le fumier de ferme (traitement F) a été épandu en surface, puis enfoui par un disquage. L'apport d'oxyde de potassium (traitement P K) a été limité à 200 unités K_2O par hectare en raison des risques de lessivage en sol sableux.

La parcelle a été plantée en mai 1975 avec du Cabernet Sauvignon greffé sur 101-14, à la densité de 5 050 souches à l'hectare (1,80 x 1,10 m) ; la vigne a été conduite en Guyot double.

La surface totale de l'essai est de 5 132 m² ; la parcelle élémentaire (107 m²) comporte 54 souches (9 souches sur 6 rangs) et la parcelle contrôlée 18 souches (6 souches sur 3 rangs).

L'ensemble de l'essai a été soumis aux façons culturales et aux traitements phytosanitaires habituels du vignoble bordelais.

Une légère fumure minérale d'entretien, identique pour tous les traitements, a été apportée en surface en mai 1978 (30 unités par hectare de N, P_2O_5 et K_2 O) et en mai 1980 (16 unités par hectare de N, 20 unités par hectare de P_2O_5 et 40 unités par hectare de K_2O).

Des symptômes de carence en bore étant apparus au cours de l'été 1978 (été particulièrement sec), 50 kg par hectare de borax ont été épandus en mars 1979 sur l'ensemble des parcelles.

Deux remplacements de souches mortes ont été réalisés, l'un en 1977, l'autre en 1979.

Les contrôles ont concerné, outre les observations réalisées en cours de culture :

— le poids de bois de taille de chaque souche contrôlée (de 1976 à 1980) ;

— le poids des grappes de chaque souche contrôlée (de 1977 à 1980) ;

— l'évolution des caractéristiques du sol par des analyses réalisées en fin d'expérimentation (déterminations effectuées par le Laboratoire d'Analyses de Sols,, I.N.R.A., d'Arras).

L'essai, destiné à apprécier l'effet des traitements sur la reprise à la plantation et sur le comportement de la vigne aussitôt après plantation, a été arrêté fin 1980.

RESULTATS

I. — OBSERVATIONS EN COURS DE CULTURE

Après un départ en végétation homogène des plants mis en place en mai 1975, des différences importantes entre traitements apparaissent dès le printemps 1976 et vont en s'accusant : alors que la vigne se développe normalement dans le traitement F + CaO + P K (fumure de fond complète), la croissance est très ralentie ou nulle et la mortalité des souches élevée dans le traitement T (témoin) et, dans une moindre mesure, dans les six autres traitements (F, CaO, P K, F + CaO, F + P K, CaO + P K).

TABLEAU II

Pourcentage de pieds remplacés

(Moyenne des 6 répétitions)

Traitements	Année	
	1977	1979
T Témoin	12,0	82,4
F Amendement organique	-	56,5
CaO Amendement calcaire	1,8	43,5
P K Fumure phosphopotassique	1,8	46,3
F + CaO	-	13,9
F + P K	-	20,4
CaO + P K	-	35,2
F + CaO + P K	-	0,9

Les souches mortes ont été remplacées aux printemps 1977 et 1979 ; le pourcentage de pieds concernés est indiqué au tableau II. Si le nombre de souches remplacées est quasiment nul dans le cas de la fumure de fond complète (traitement F + CaO + P K), il est très élevé pour le témoin T (plus de 80 p. 100 de remplacements) et pour les fumures de fond incomplètes.

II. — POIDS DES BOIS DE TAILLE (Tableau III)

L'effet des traitements s'est manifesté très rapidement sur le poids des bois de taille, indice de vigueur des souches : dès la première taille (1976), le traitement T (témoin) est nettement inférieur aux autres et, par la suite, les traitements se classent en trois groupes différant statistiquement entre eux (analyse pluriannuelle) :

TABLEAU III

Poids de bois de taille
(g par souche)
(Moyenne des 6 répétitions)

Traitements	Année					Moyenne*
	1976	1977	1978	1979	1980	
T Témoin	7,5	7,8	20,5	57,9	119,4	42,6[a]
F Amendement organique	25,0	25,0	18,2	56,8	99,8	45,0[a]
CaO Amendement calcaire	28,5	48,2	108,0	111,9	149,5	89,2[b]
P K Fumure phosphopotassique ...	42,5	69,7	100,1	131,7	166,8	102,1[b]
F + CaO	59,9	84,0	103,6	121,6	160,6	105,9[b]
F + P K	63,9	89,8	93,5	107,7	129,6	96,9[b]
CaO + P K	40,7	63,4	95,2	124,0	166,7	98,0[b]
F + CaO + P K	61,8	126,1	185,3	187,9	225,4	157,3[c]
Valeurs extrêmes des coefficients de variation parcellaires (en %)	34-424	48-424	33-211	27-156	24-150	

*Les valeurs qui ne sont pas suivies de la même lettre diffèrent significativement au seuil de 5 p. 100 (comparaison orthogonale).

— les traitements T et F donnent les plus faibles poids de bois ;

— le traitement F + CaO + P K produit le poids de bois de taille le plus élevé (en moyenne 4 fois plus que les traitements T et F) ;

— entre ces deux extrêmes, se classent les traitements CaO, P K, F + CaO, F + P K, CaO + P K, dont le poids de sarments est en moyenne deux fois supérieur à celui des traitements T et F.

III. — RENDEMENT

Les données recueillies de 1977 à 1980 sont indiquées dans le tableau IV ; les résultats sont exprimés soit en grammes par souche (souches qui produisent ou sont susceptibles de produire), soit en hectolitres de vin à l'hectare (sur la base de 1 hl de vin pour 130 kg de grappes).

Dès la première récolte (1977), la production des traitements T et F se révèle 10 à 20 fois plus faible que celle des autres traitements. Par

TABLEAU IV

Rendement (en g par souche et en hl/ha) — Moyenne de 6 répétitions)

Traitements	Année 1977			Année 1978			Année 1979			Année 1980			Moyenne *	
	g par souche	Nombre souches	hl/ha	g par souche	Nombre souches	hl/ha	g par souche	Nombre souches	hl/ha	g par souche	Nombre souches	hl/ha	g par souche	hl/ha
T Témoin	9,6	108	0,4	70,5	43	1,1	462,4	19	3,2	126,7	108	4,9	$163,3^a$	$2,5^a$
F Amendement organique	19,0	108	0,7	62,2	93	2,1	173,0	47	2,9	108,5	107	4,2	$90,7^a$	$2,5^a$
CaO Amendement calcaire	98,8	108	3,8	202,5	73	5,3	901,4	61	19,8	406,4	107	15,6	$402,2^b$	$11,1^b$
P K Fumure phosphopotassique ..	207,6	108	8,1	405,8	72	10,5	1118,7	58	23,3	484,9	108	18,8	$554,3^b$	$15,2^b$
F + CaO	235,4	108	9,1	259,9	108	10,1	718,1	93	24,0	588,7	108	22,9	$450,5^b$	$16,5^b$
F + P K	191,5	108	7,4	255,8	100	9,2	685,5	86	21,2	439,9	108	17,1	$393,2^b$	$13,7^b$
CaO + P K	186,1	108	7,2	245,1	84	7,4	925,8	70	23,3	554,0	108	21,5	$477,8^b$	$14,9^b$
F + CaO + P K	199,4	108	7,8	553,7	108	21,5	1238,7	107	47,7	1002,4	108	38,9	$748,6^c$	$29,0^c$
Valeurs extrêmes des coefficients de variation parcellaires (en %)	72-424			51-358			29-168			38-251				

*Les valeurs qui ne sont pas suivies de la même lettre diffèrent significativement au seuil de 5 p. 100 (comparaison orthogonale).

la suite, les traitements se classent, comme dans le cas des bois de taille, en trois groupes différant statistiquement entre eux (analyse pluriannuelle) :

— les traitements T et F, dont la production est très faible (moins de 3 hl/ha de moyenne) ;

— le traitement F + CaO + P K dont la production est tout à fait normale étant donné l'âge de la vigne et la nature du terroir (29 hl/ha de moyenne sur 4 ans) ;

— les traitements CaO, P K, F + CaO, F + P K, CaO + P K se classent entre ces deux extrêmes, avec un rendement moyen sur 4 ans inférieur de moitié au traitement F + CaO + P K.

DISCUSSION

Cet essai démontre clairement les graves conséquences de la dégradation des sols sableux par la culture continue de la vigne. L'absence de fumure de fond ou une fumure de fond incomplète conduisent à des productions très faibles ou faibles : dans un milieu peu fertile (très forte acidité, richesse en cuivre, pauvreté en matière organique et éléments minéraux), la croissance et le développement des plants sont très ralentis (ce que traduit bien le faible poids de bois de taille) ou même stoppés (mortalité élevée des souches entraînant le remplacement d'un nombre important de ceps). Seule une fumure de fond complète, qui associe des apports d'amendement organique, d'amendement calcaire et d'engrais phospho-potassique permet d'obtenir en cinquième année des rendements normaux pour l'appellation (environ 40 hl/ha), en limitant au maximum les remplacements.

Il est cependant curieux de constater que l'additivité des effets des matières fertilisantes expérimentées ne s'observe que dans le cas où ces trois facteurs interviennent simultanément : c'est ainsi que l'apport d'amendement organique n'entraîne aucune augmentation de vigueur ou de production s'il est effectué seul (comparaison des traitements T et F), en association avec CaO (comparaison des traitements CaO et F + CaO) ou avec P K comparaison des traitements P K et F + P K) ; ce n'est que lorsqu'il est associé aux deux apports CaO et P K que l'amendement organique F contribue à exercer un effet spectaculaire sur la croissance et le développement de la vigne. De même, l'apport combiné de calcaire et d'engrais phospho-potassique (traitement CaO + P K) ne conduit pas à des résultats supérieurs à chacun des deux traitements isolés (CaO ou P K).

Nous avons essayé de relier le comportement de la vigne aux caractéristiques chimiques du sol des parcelles en fin d'essai, malgré les difficultés d'échantillonnage dans des parcelles de plus de 100 m². Bien que

les prélèvements aient été réalisés à trois profondeurs (0-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm), nous ne citerons que les résultats correspondant aux 20 premiers centimètres (Tableau V), les autres n'apportant aucune information supplémentaire.

L'examen de ces chiffres fait apparaître que les traitements ont sensiblement modifié trois caractéristiques du sol : la teneur en matière organique, le pH, le taux de calcium échangeable. L'enfouissement de fumier accroît la teneur en matière organique, qui reste cependant extrêmement faible. L'apport d'amendement calcaire augmente beaucoup le pH (de près de 1.5 unité dans le cas du pH-eau) ainsi que la teneur en calcium échangeable qui, en fin d'essai, varie de 100 pour le témoin à plus de 700 mg/kg. L'amendement organique et la fumure minérale, à base de superphosphate de chaux, accroissent légèrement cette teneur en calcium échangeable ; mais si l'on se réfère aux teneurs initiales moyennes du sol de l'essai, soit environ 190 mg/kg (tableau I), il semble que ces apports n'aient fait que compenser les pertes en calcium par lessivage, particulièrement importantes dans les sols sableux (JUSTE et *al.*, 1982).

Les teneurs en anhydride phosphorique assimilable ne varient guère ; quant aux teneurs en potassium et en magnésium, elles demeurent extrêmement faibles, même si les apports de matières fertilisantes les augmentent quelque peu.

En définitive, à l'exception du traitement témoin T, il est très difficile de relier le comportement de la vigne aux caractéristiques du sol mesurées en fin d'essai : c'est ainsi, par exemple, que les traitements CaO + P K et F + CaO + P K ont des sols de composition très voisine, alors qu'ils diffèrent du simple au double en ce qui concerne les rendements.

Plusieurs hypothèses peuvent être avancées pour expliquer les contradictions observées. Certaines concernent le mode d'action des matières fertilisantes :

— il ne serait pas possible de déceler à l'analyse les modifications du milieu susceptibles de favoriser la reprise des plants de vigne ;

— certaines composantes de la matière organique — l'azote par exemple — ne pourraient exercer d'effet bénéfique qu'en présence d'un apport de calcaire et d'engrais phospho-potassique (la minéralisation de l'azote du fumier étant favorisée par ces apports complémentaires).

D'autres hypothèses concernent le protocole expérimental :

— l'additivité des traitements aurait pu, dans le cas des traitements binaires, être masquée par l'hétérogénéité du dispositif expérimental (qui se traduit par les coefficients de variation très élevés indiqués dans les tableaux III et IV) ;

TABLEAU V

Caractéristiques chimiques moyennes du sol en fin d'essai

(Profondeur 0 — 20 cm)

Traitements	Matière organique (‰)	pH		P_2O_5 assimilable (‰)	Eléments échangeables (‰)			
		eau	KCl		K	Mg	Ca	Cu
T Témoin	3,5	5,2	4,3	0,096	0,014	0,005	0,105	0,024
F Amendement organique	5,0	5,1	4,4	0,114	0,018	0,010	0,150	0,022
CaO Amendement calcaire	3,5	6,8	6,0	0,107	0,015	0,008	0,430	0,015
P K Fumure phosphopotassique ...	3,7	5,2	4,4	0,150	0,018	0,008	0,245	0,032
F + CaO	5,5	6,5	5,7	0,120	0,024	0,018	0,540	0,017
F + P K	6,1	5,3	4,5	0,128	0,027	0,016	0,290	0,018
CaO + P K	4,4	6,5	5,7	0,119	0,030	0,016	0,720	0,021
F + CaO + P K	5,5	6,6	6,0	0,133	0,024	0,014	0,530	0,015

— la dose d'amendement organique aurait été insuffisante (les épandages dépassent parfois 100 t/ha dans des sols voisins en Médoc ; DELAS, RIVET et SOYER, 1982) ;

— l'apport en deux fois, avant et après plantation, des amendements organique et calcaire, aurait nui à leur efficacité.

Mais si cette étude n'a pas permis d'expliquer de façon satisfaisante l'effet de tous les traitements, elle a bien mis en lumière l'intérêt d'un apport combiné de matières fertilisantes avant plantation de vigne.

CONCLUSION

Cet essai, conduit en plein champ dans les conditions de la pratique viticole, démontre l'absolue nécessité d'une fumure de fond complète pour la réussite d'une plantation en sol sableux, acide, dégradé par la culture continue de la vigne. Cette fumure, associant amendement organique, amendement calcaire et fumure phospho-potassique, assure une reprise parfaite des plantes et une production normale 4 ans après la plantation.

Ces résultats ont été obtenus avec des apports de 80 tonnes par hectare de fumier de ferme, de 2 tonnes par hectare (en CaO) d'amendement calcaire, de 400 unités par hectare de P_2O_5 et de 200 unités par hectare de K_2O. Ces doses constituent des ordres de grandeur valables dans la plupart des sols sableux acides du Bordelais (Médoc, Graves, Saint-Emilion, etc...) ; il semble cependant souhaitable d'augmenter sensiblement le niveau de l'apport d'amendement organique (au moins 100 tonnes par hectare de fumier de ferme) dans les sols aussi pauvres.

L'absence de fumure de fond ou des fumures de fond incomplètes entraînement des rendements très faibles et nécessitent des remplacements nombreux.

Les analyses de sol en fin d'essai n'ont pas permis d'interpréter tous les faits observés ; les caractéristiques ont en effet été peu améliorées par les traitements (à l'exception du pH), même quand ces traitements ont considérablement accru vigueur et production de la vigne. Ceci montre les difficultés qui s'attachent à l'interprétation des analyses de sol dans le cas de milieux aussi pauvres et hétérogènes que les sols de graves du Bordelais.

La réussite de la plantation obtenue par une fumure de fond complète, il reste au viticulteur à assurer les besoins de la vigne par une fumure minérale annuelle modérée, et à prévenir une nouvelle dégradation des caractéristiques du sol par des apports réguliers d'amendement organique et d'amendement calcaire (DELAS, 1981).

Nous remarquerons pour terminer que nos résultats, obtenus dans un cadre viticole strict, concernent en fait toute culture destinée à succéder à la vigne dans les sols acides.

Manuscrit reçu le 6 janvier 1983 ; accepté pour publication le 25 janvier 1983.

RÉSUMÉ

Dans un essai de plein champ, établi en sol sableux de graves très dégradé, nous avons étudié l'effet sur la vigne de l'apport avant plantation de diverses matières fertilisantes.

Une fumure de fond complète, associant amendement organique, amendement calcaire et engrais phospho-potassique, assure une reprise parfaite des plantes et une production normale quatre ans après la plantation. L'absence de fumure de fond ou une fumure de fond incomplète conduit à des rendements très faibles et entraîne le remplacement d'un nombre important de ceps.

SUMMARY

In an open-field assay on a sandy, gravelly soil quite degraded the influence of addition of some fertilizers on the vine, before planting, was studied.

A complete basic fertilizer with joined organic, calcary and phospho-potassic elements enhances plant development and gives a normal crop yield four years after planting. No or incomplete basic fertilizer leads to very low crop yields and is followed by a replacement of a large number of vinestocks.

ZUSAMMENFASSUNG

In einem Freilandversuch gelegen auf stark verwitterten Sand-Stein Böden, wurde der Einfluss der Düngung vor dem Anpflanzen, auf die Rebe analysiert. Eine vollständige Grunddüngung (organische Düngung Kalk Düngung, Einbringen von Phosphor und Kali) führt zu einem optimalen Heranwachsen der jungen Pflanzen und zu einem normalen Traubenertrag in der vierjährigen Anlage. Bei Abwesenheit der Vorratsdüngung oder bei nicht vollständiger Vorratsdüngung, sing die Erträge niedrig und viele Pflanzen müssen ersetzt werden.

RESUMEN

En un ensayo de campo en suelo arenoso muy degradado, hemos estudiado el efecto sobre la vid del aporte, antes de la plantación, de diversos fertilizantes.

Abonado completo de fondo, asociando abono orgánico, calcáreo y fosfopotásico asegura una implantación perfecta y una producción normal 4 años después. La ausencia de abono de fondo o un abonado incompleto produce rendimientos muy débiles y conlleva la replantación de un número importante de cepas.

RIASSUNTO

In una prova in pieno campo, in un suolo sabbioso di gravi molto degradati, abbiamo studiato l'effetto sulla vite dell'apporto prima della piantamento di diverse materie fertilizzanti.

Una concimazione di fondo completa, che mette insieme un'ammendamento organico, un amendamento calcareo e un concime fosfopotassico, da una ripresa perfetta delle pianti e una produzione normale, quattro anni dopo la piantamento. L'assenza di concimazione di fondo o una concimazione di fondo incompleta. Da rendimenti molto bassi e causa il cambio d'un numero importante di ceppi.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

DELAS J., DELMAS J., RIVES M. et Mlle BAUDEL C., 1959. Toxicité du cuivre dans les sols viticoles du Sud-Ouest Atlantique. *C.R. Acad. Agric.*, **45**, 651-655.

DELAS J. et MOLOT C., 1968. Evolution de la teneur en matière organique des sols du vignoble bordelais. *C.R. Acad. Agric.*, **54**, 929-933.

DELAS J. et JUSTE C., 1975. Quelques problèmes posés par les sols viticoles acides. *Connaissance Vigne Vin*, **9**, N° 1, 67-80.

DELAS J., 1981. La fertilisation rationnelle des vignobles de cru. — in RIBÉREAU-GAYON P. et SUDRAUD P. « Actualités Œnologiques et Viticoles », Dunod, Paris, 47-54.

DELAS J., RIVET P. et SOYER J.P., 1982. La matière organique dans les sols viticoles du Médoc. Résultats d'une enquête. *Connaissance Vigne Vin*, **16**, N° 4, 219-232.

JUSTE C., TAUZIN J., DUREAU P. et COURPRON C., 1982. Exportation des éléments fertilisants par lessivage en sol sableux des Landes de Gascogne. Résultats de 8 années d'observations en cases lysimétriques. *Agronomie*, **2**, 91-98.