

INFLUENCE DU GREFFAGE SUR LA NUTRITION MINERALE DE LA VIGNE. CONSEQUENCES SUR LA FERTILISATION (*)

J. DELAS * et R. POUGET **

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

De nombreux aspects du comportement de la Vigne sont sous la dépendance du greffage, notamment ses possibilités d'adaptation au milieu : résistance à la sécheresse, sensibilité à la chlorose ferrique, aux carences et aux toxicités. On sait depuis les travaux de BOVAY et GALLAY (1956), que l'alimentation minérale de la Vigne varie avec le porte-greffe. Cet auteur, étudiant dans plusieurs vignobles de Suisse la composition des feuilles du *Chasselas* a mis en évidence le rôle de plusieurs porte-greffes dans la nutrition minérale de ce cépage. Les différences induites par le greffage se retrouvent dans des conditions de sol, de climat et de culture variées, et se révèlent importantes pour le magnésium, le phosphore et le calcium, moindres pour l'azote et surtout pour le potassium (BOVAY, 1959, 1964 ; HALMI et BOVAY, 1972).

L'influence du porte-greffe sur la composition des feuilles a été confirmée, pour une gamme étendue de porte-greffes et de cépages, par plusieurs auteurs : GALLO et RIBAS (1962) ; BOVAY et ISOZ (1965) ; CARLES et *al.* (1966) ; LEVY (1970) ; DUVAL-RAFFIN (1971) ; DIETRICH (1975) ; FREGONI, SCIENZA et VISAI (1975) ; KHELIL (1975) ; DELAS et *al.* (1976) ; LOUE (1978). Mais en ce qui concerne l'amplitude des modifications induites et les éléments concernés, les résultats se révèlent variables et ne confirment pas toujours ceux obtenus en Suisse. Il semble qu'il faille rechercher la cause de ces variations dans le fait que ces données ne proviennent que rarement d'expérimentations rigoureuses, mais sont le plus souvent le fruit d'observations ou d'enquêtes dans lesquelles les conditions de milieu ou de culture sont insuffisamment précisées. Il est en outre vraisemblable que la diversité des cépages étudiés joue un rôle dans la variabilité de ces résultats.

(*) Communication présentée en Anglais au 14^e Colloque de l'Institut International de la Potasse, à Séville (21-25 mai 1979).

Plusieurs travaux montrent en effet que le greffon modifie également la nutrition de la Vigne : c'est le cas de ceux de GALLO et RIBAS (1962) dans différents vignobles du Brésil, de CARLES et *al.* (1966) à Toulouse, de DUVAL-RAFFIN (1971) dans le Bordelais, de FREGONI et SCIENZA (1975-1976) en Italie. De son côté, KHELIL (1975) observe, en solution nutritive, que l'absorption du chlorure de sodium en excès ainsi que la sensibilité de la Vigne au sel dépendent, à la fois, de la nature du porte-greffe et de celle du greffon. Plus récemment, une enquête sur la nutrition de la Vigne dans le Sud-Est de la France a mis en évidence un important effet du porte-greffe et du greffon sur la composition minérale des feuilles (LOUE, 1976).

Mais des divergences se font jour en ce qui concerne l'influence respective du porte-greffe et du greffon : pour GALLO et RIBAS (1962), l'effet du porte-greffe est le plus important. alors que CARLES et *al.* (1966) attribuent le rôle principal au greffon. De leur côté, SARIC, ZORZIC et BURIC (1977), travaillant en solution nutritive, observent que l'effet respectif du porte-greffe ou du greffon varie avec l'élément considéré.

Peu d'études ont donc été consacrées depuis 1956 à l'influence du greffage sur la nutrition minérale de la Vigne ; les données recueillies proviennent d'observations ou d'enquêtes, plus rarement d'expérimentations (les essais en milieu contrôlé sont en très petit nombre). Il n'est pas étonnant dans ces conditions que plusieurs aspects de ce sujet n'aient pas été abordés, notamment au niveau de l'interprétation physiologique des faits observés ou de leurs conséquences sur la fertilisation et sur la sélection de nouvelles variétés.

Les travaux concernant les relations entre porte-greffe et greffon dans le domaine de la nutrition minérale de la Vigne ont commencé au Centre de Recherches de Bordeaux il y a une dizaine d'années, à la suite d'observations montrant que l'alimentation en magnésium de la plante ainsi que sa sensibilité à un trouble qui lui est associé — le dessèchement de la rafle — dépendaient étroitement du greffage (DELAS et MOLOT, 1965 ; DELAS et *al.*, 1976). Les recherches, conduites en plein champ ou en milieu contrôlé, associent agronomes et généticiens car elles ont pour objectifs la sélection d'un matériel végétal mieux adapté aux conditions de milieu et la mise au point d'une fertilisation adéquate pour les diverses associations entre porte-greffe et greffon.

Nous exposerons dans ce qui suit quelques-uns des résultats que nous avons obtenus.

I. — INFLUENCE DU PORTE-GREFFE SUR LA NUTRITION MINERALE DE LA VIGNE

Nous illustrerons ce chapitre avec les résultats de deux essais établis en plein champ, et d'un essai en conditions contrôlées. Dans tous les cas, la nutrition de la Vigne a été appréciée par l'analyse des pétioles.

1. Composition minérale des feuilles du cépage *Merlot* greffé et non greffé.

Du fait de la généralisation du greffage, on ne dispose guère d'informations sur la nutrition minérale des cépages de *Vitis vinifera* non greffés (les données de CARLES et *al.*, 1966, concernent des hybrides producteurs directs). Nous avons cependant obtenu des indications sur ce sujet dans un essai établi en 1969, en sol sableux de graves de la région de Bordeaux où nous étudions le comportement du cépage *Merlot*, non greffé ou greffé, en fonction d'apports d'azote et de niveaux de charge différents (DELAS, 1978). Nous reviendrons sur cet essai au chapitre III.

Les résultats des analyses des pétioles prélevés à la véraison (moyenne 1974-1977) sont indiqués au tableau I, et ceux des bois de taille 1977 au tableau II (pour le traitement « témoin » seulement). L'interprétation statistique n'est pas possible dans le cas des pétioles, du fait que nous ne réalisons chaque année qu'un prélèvement moyen par traitement.

TABLEAU I

**Composition minérale des pétioles du cépage *Merlot*
non greffé et greffé, à la véraison
Essai de fumure azotée de Pont-de-la-Maye — Traitement « sans azote »
Moyenne 1974-1977**

La composition minérale est exprimée en p. 100 de la matière sèche

	<i>Merlot</i> non greffé	<i>Merlot</i> greffé		
		<i>Merlot</i> sur SO4 (<i>Riparia x Berlandieri</i>)	<i>Merlot</i> sur 3309 (<i>Riparia x Rupestris</i>)	<i>Merlot</i> sur <i>Riparia Gloire</i>
N	0.61	0.54	0.64	0.60
P	0.37	0.24	0.11	0.12
K	4.40	3.65	2.26	2.47
Mg	0.67	0.51	0.40	0.33
K/Mg	6.6	7.2	5.7	7.7
Ca	2.93	3.51	1.97	2.51
Poids de bois de taille (g par souche) Moyenne 1972-1977	375	406	261	200

Les pétioles et les bois de taille de *Merlot* non greffé sont en général plus riches en éléments minéraux que ceux de *Merlot* greffé sur 3309 ou *Riparia Gloire* et, dans une moindre mesure, sur SO4. Les différences sont particulièrement nettes dans le cas du phosphore.

La composition minérale des pétioles et, dans une moindre mesure, des bois de taille de *Merlot* varie considérablement avec le porte-greffe : c'est ainsi par exemple que les pétioles de *Merlot* greffé sur 3309 sont deux fois plus pauvres en phosphore ou en calcium que ceux de *Merlot* greffé sur SO4.

TABLEAU II

Composition minérale des bois de taille du cépage *Merlot* non greffé et greffé

Essai de fumure azotée de Pont-de-la-Maye — Traitement « sans azote »
Moyenne des 4 répétitions de 1977

Les teneurs sont exprimées en p. 100 de la matière sèche

	<i>Merlot</i> non greffé	<i>Merlot</i> greffé		
		<i>Merlot</i> sur SO4 (<i>Riparia x Berlandieri</i>)	<i>Merlot</i> sur 3309 (<i>Riparia x Rupestris</i>)	<i>Merlot</i> sur <i>Riparia Gloire</i>
N	0.74	0.67	0.67	0.66
P	0.17	0.14	0.14	0.14
K	0.69	0.60	0.64	0.61
Mg	0.10	0.08	0.08	0.08
K/Mg	6.9	7.5	8.0	7.6
Ca	0.72	0.80	0.70	0.71

Différences très significatives sauf pour le magnésium.

Si l'on essaie de relier les résultats des analyses à la vigueur des souches (vigueur appréciée par le poids de bois de taille), on peut faire d'autres observations : non seulement il n'y a pas de dilution des éléments minéraux dans les pétioles de *Merlot* vigoureux qui a probablement la masse foliaire la plus importante (non greffé ou greffé sur SO4) mais, au contraire, les pétioles des plantes les plus vigoureuses sont les plus riches. Si ces résultats étaient confirmés pour d'autres associations entre porte-greffe et greffon, il conviendrait d'en étudier les conséquences sur l'évaluation des besoins en éléments minéraux de vignes de vigueurs différentes.

2. Composition minérale des feuilles du cépage *Cabernet Sauvignon* greffé.

Il s'agit d'un essai de comportement de porte-greffes mis en place en 1969 par l'Institut Technique de la Vigne et du Vin (I.T.V.), en sol sableux de graves de la région de Bordeaux (DUMARTIN et BONIFACE, 1975). Le cépage *Cabernet Sauvignon* est greffé sur dix porte-greffes, dont deux nouvelles variétés en cours d'étude. Le dispositif est également utilisé pour étudier l'influence d'apport de magnésium au sol sur la sensibilité

de la Vigne au dessèchement de la rafle (DELAS et *al.*, 1976), et nous parlerons des résultats obtenus dans ce domaine au chapitre III.

Chaque année depuis 1972, des analyses de pétioles prélevés à la véraison sont réalisées. Les résultats (moyenne 1973-1978) sont indiqués au tableau III, sur lequel nous avons également porté le poids moyen de bois de taille cumulé pour la période 1971-1976 (indice de vigueur).

Ces résultats confirment la variabilité des teneurs en éléments minéraux des organes foliaires de la Vigne en fonction de la nature du porte-greffe. Ces variations sont très importantes dans le cas du magnésium et, dans une moindre mesure, du potassium, du phosphore et du calcium ; les teneurs en azote paraissent plus constantes.

Le cas du porte-greffe 44-53 doit être souligné : on connaît depuis longtemps son extrême sensibilité à la carence magnésienne, dont il provoque facilement l'extériorisation des symptômes, dans cet essai en particulier ; l'analyse des pétioles confirme la mauvaise nutrition en magnésium du cépage *Cabernet Sauvignon* quand il est greffé sur 44-53 : teneur en magnésium très faible, rapport K/Mg nettement supérieur à 10 (DELAS, 1968).

Il ne semble pas y avoir de relations entre la vigueur mesurée par le poids de bois de taille et la composition minérale des pétioles, sauf dans le cas du porte-greffe 44-53 qui, peut-être en raison de sa sensibilité particulière à la carence en magnésium, confère au greffon la vigueur la plus faible. En ce qui concerne les autres porte-greffes, on observe chez des associations de vigueur voisine des teneurs en potassium, magnésium ou phosphore différentes (cas de *Cabernet Sauvignon* greffé sur 196-17, 110 R ou 99 R) ou, inversement, des teneurs en éléments minéraux voisines dans le cas de vigueurs différentes (cas de 7079 et de SO4).

3. Composition minérale des feuilles du cépage *Folle blanche* greffé et cultivé sur trois types de solution nutritive.

Nous avons voulu vérifier, en milieu contrôlé, la sensibilité du porte-greffe 44-53 à la carence magnésienne. Pour cela, nous avons cultivé sous serre, en solution coulante sur sable inerte, le cépage *Folle blanche* greffé sur trois porte-greffes (44-53, SO4, 3309) ; trois types de solution nutritive ont été utilisés (normale, carencée en potassium, carencée en magnésium).

Les résultats des analyses des pétioles sont indiqués au tableau IV.

La culture en solution pauvre en magnésium provoque chez le cépage *Folle blanche* greffé sur 44-53 des symptômes très nets de carence en magnésium et induit, au niveau des pétioles, des manifestations caractéristiques de cette carence (teneur en magnésium faible, rapport K/Mg élevé).

TABLEAU III
Composition minérale des pétioles du cépage Cabernet Sauvignon greffé,
à la véraison
Essai porte-greffes de Podensac — Traitement « sans magnésium »
Moyenne 1973-1978

Les teneurs sont exprimées en p. 100 de matière sèche

Porte-greffes	N	P	K	Mg	K/Mg	Ca	Poids des bois de taille cumulés 1971-1976 (g par souche)
99 R (Berlandieri x Rupestris)	0.56	0.28	4.25	0.47	9.0	2.64	2 405
110 R (Berlandieri x Rupestris)	0.61	0.32	3.37	0.44	7.7	2.60	2 284
196-17 [(Vinifera x Rupestris) x Riparia]	0.53	0.13	2.98	0.39	7.6	3.32	2 243
SO4 (Riparia x Berlandieri)	0.58	0.28	2.64	0.35	7.5	3.61	2 200
1103 P (Berlandieri x Rupestris)	0.53	0.36	2.77	0.73	3.8	3.19	2 050
Rupestris du Lot	0.55	0.30	3.18	0.47	6.8	2.68	2 030
7079 [(Berlandieri x Vinifera) x (Vinifera x Berlandieri)]	0.59	0.17	2.40	0.33	7.3	3.40	1 891
3309 (Riparia x Rupestris)	0.58	0.16	3.21	0.33	9.7	2.81	1 863
7320 [(Vinifera x Berlandieri) x (Berlandieri x Rupestris)]	0.55	0.19	2.77	0.43	6.4	2.82	1 751
44-53 [Riparia x (Rupestris x Cordifolia)]	0.59	0.18	3.40	0.18	18.9	2.90	1 675

TABLEAU IV

Teneur en potassium et en magnésium des pétioles du cépage *Folle blanche* greffé et cultivé en solution nutritive

Les teneurs sont exprimées en p. 100 de matière sèche

Porte-greffes	Type de solution											
	Carencée en Mg (1)				Solution normale (2)				Carencée en K (3)			
	K	Mg	K/Mg		K	Mg	K/Mg		K	Mg	K/Mg	
44-53 [<i>Riparia</i> x (<i>Rupestris</i> x <i>Cordifolia</i>)]	4.27	0.46	9.3		4.11	0.57	7.2		0.59	1.66	0.4	
SO4 (<i>Riparia</i> x <i>Berlandieri</i>)	2.60	0.49	5.3		3.64	0.47	7.7		0.25	1.97	0.1	
3309 (<i>Riparia</i> x <i>Rupestris</i>)	2.94	0.55	5.3		3.87	0.83	4.7		0.26	2.62	0.1	
(1)	K = 50, Mg = 2,5 (mg/l)				(2)	K = 50; Mg = 25 (mg/l)				(3)	K = 5; Mg = 25 (mg/l)	

Ces résultats obtenus en solution coulante démontrent que la sensibilité du porte-greffe 44-53 à la carence magnésienne se situe au niveau de la sélectivité de l'absorption minérale. L'analyse des pétioles montre en effet que 44-53 semble se caractériser au moins autant par sa grande aptitude à prélever le potassium que par ses difficultés à absorber le magnésium : quel que soit le niveau de richesse en potassium de la solution nutritive, 44-53 prélève plus de potassium que les autres porte-greffes.

II. — INFLUENCE DU GREFFON SUR LA NUTRITION MINÉRALE DE LA VIGNE

Nous avons noté dans l'introduction que l'influence du cépage sur la nutrition minérale de la Vigne a été moins étudiée que celle du porte-greffe. Cependant, plusieurs observations attribuées au cépage ont un rôle dans la sensibilité de la Vigne à certaines carences minérales (potassium et magnésium notamment). C'est pourquoi, il nous a paru utile d'étudier, en conditions contrôlées, l'influence respective du greffon et du porte-greffe.

Trois variétés ont été mises en comparaison : *Cabernet Sauvignon*, *Ugni blanc* (cépages cultivés) et *Riparia Gloire* (variété porte-greffe). En utilisant la méthode des greffages réciproques, nous avons réalisé les neuf associations possibles entre ces trois variétés, soit (si CS = *Cabernet Sauvignon* ; UB = *Ugni blanc* ; Rip = *Riparia Gloire*) :

$$\frac{CS}{CS}; \frac{CS}{UB}; \frac{CS}{Rip}; \frac{UB}{UB}; \frac{UB}{CS}; \frac{UB}{Rip}; \frac{Rip}{Rip}; \frac{Rip}{CS}; \frac{Rip}{UB};$$

Ces neuf types de greffes ont été cultivées sous serre en solution coulante sur sable inerte, avec deux types de solution : l'une normale (K = 50 ; Mg = 25 mg/l), l'autre carencée en magnésium (K = 100 ; Mg = 2,5 mg/l) ; chaque association était représentée par 4 plantes.

Limbes et pétioles des feuilles adultes prélevées au même stade ont été analysés.

Afin de faire apparaître séparément « l'effet porte-greffe » et « l'effet greffon » sur la composition minérale, nous avons calculé, pour chaque élément, la teneur moyenne des limbes et des pétioles des trois associations ayant soit la même variété greffon, soit la même variété porte-greffe.

Les résultats concernant les teneurs en potassium et en magnésium sont indiquées sur les figures 1 et 2.

Il apparaît sur la figure 1 que, quelle que soit la composition de la solution nutritive (normale ou carencée en magnésium), les limbes et les pétioles du greffon *Riparia Gloire* sont toujours significativement moins riches en potassium que ceux d'*Ugni blanc* et *Cabernet Sauvignon*. De même, la teneur en potassium des limbes du greffon *Cabernet Sauvignon*

est dans les deux cas, significativement supérieure à celle des deux autres variétés greffons. On peut donc affirmer que la teneur en potassium est fonction de la nature du greffon, et non de celle du porte-greffe, pour les trois variétés considérées, ce qui nous conduit à mettre en évidence un « effet greffon » très net qui détermine la teneur en potassium des limbes et dans une moindre mesure des pétioles. L'« effet porte-greffe », dans le cas présent, ne s'exerce pas de manière significative sur la richesse des organes foliaires en potassium.

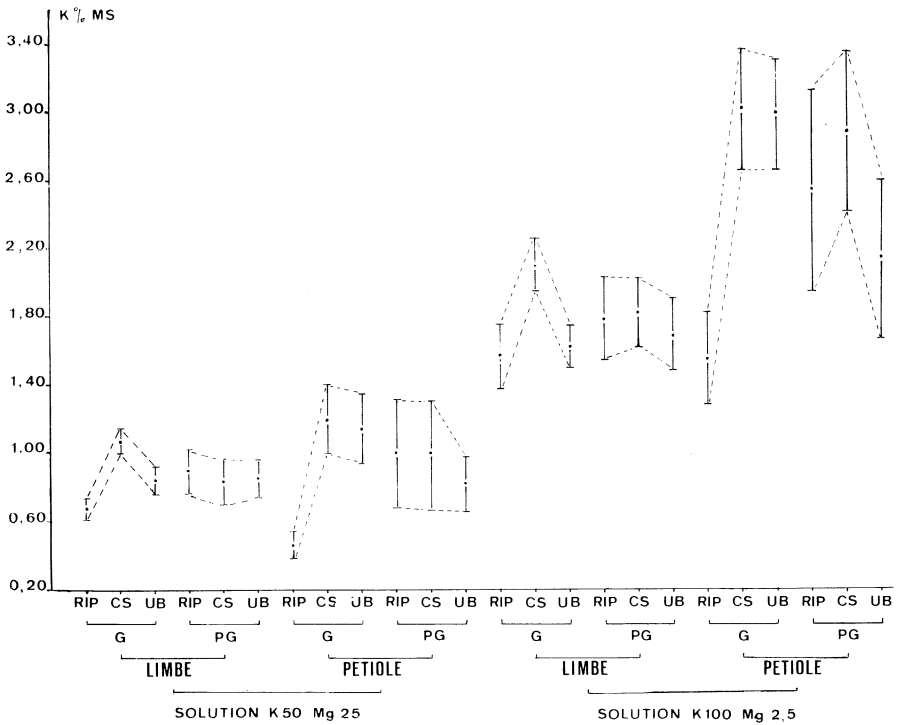


Fig. 1. — Variation de la teneur en potassium (en p. 100 de la matière sèche) Chaque segment représente l'intervalle de confiance de la teneur moyenne pour chaque variété (seuil 5 pour 100).
 G : greffon — P.G. : porte-greffe — Rip : *Riparia Gloire*
 C.S. : *Cabernet Sauvignon* — U.B. : *Ugni blanc*.

La figure 2 nous montre que la teneur en magnésium des limbes du greffon *Ugni blanc* est, pour les deux solutions, plus élevée que celle des deux autres variétés, sans pour autant en être significativement différente. Dans ce cas, « l'effet greffon » ne peut pas être considéré comme déterminant. Quant à « l'effet porte-greffe », il ne joue pas, lui non plus, un rôle essentiel sur la richesse en magnésium, bien que le porte-greffe *Riparia Gloire* soit dans tous les cas moins riche que les deux autres variétés. On peut donc admettre que, pour les trois variétés étudiées, la teneur en magnésium des feuilles est soumise, à la fois, à un « effet porte-greffe » et à un « effet greffon ».

Cette expérience présente l'avantage de mettre en évidence que la teneur en éléments minéraux des limbes et des pétioles est la résultante d'un double effet (« effet greffon » et « effet porte-greffe »). Chacun de ces effets joue un rôle plus ou moins déterminant suivant la nature des variétés mises en jeu. Cet essai montre par ailleurs que chaque variété possède deux types de propriétés physiologiques :

- une aptitude à absorber par ses racines tel ou tel élément (« effet porte-greffe »),
- une aptitude à accumuler dans ses organes foliaires tel ou tel élément (« effet greffon »).

Une association entre un porte-greffe et un greffon ne change pas ces aptitudes. Une variété qui accumule peu d'un élément donné présente toujours une teneur inférieure à celle des autres variétés, même si elle est greffée sur un porte-greffe qui absorbe cet élément en grande quantité.

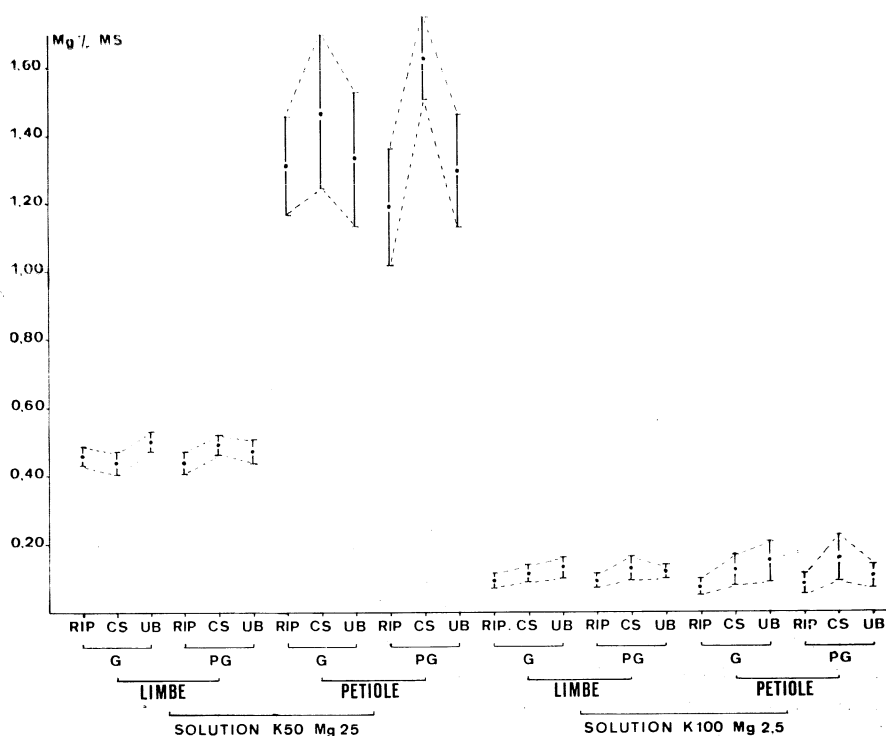


Fig. 2. — Variation de la teneur en magnésium (en p. 100 de matière sèche) Chaque segment représente l'intervalle de confiance de la teneur moyenne pour chaque variété (seuil 5 pour 100).
 G : greffon — P.G. : porte-greffe — Rip : *Riparia Gloire*
 C.S. : *Cabernet Sauvignon* — U.B. : *Ugni blanc*.

Cette expérience, qui peut permettre d'éclaircir certains résultats incohérents enregistrés sur des plantes greffées, fait ressortir la nécessité

de déterminer avec précision, pour les variétés de Vigne cultivées, le niveau des aptitudes à absorber et à stocker les principaux éléments minéraux. La connaissance de ces données, acquise en particulier par l'application de la méthode des greffages réciproques, serait d'un intérêt évident pour le choix des variétés porte-greffes et greffons et pour les conseils de fertilisation.

III. — CONSEQUENCES SUR LA FERTILISATION

Les résultats que nous avons rapportés ici confirment que le greffage modifie la composition minérale des organes aériens de la Vigne. Il s'agit en fait d'une modification de la nutrition minérale, dans laquelle le cépage intervient au moins autant que le porte-greffe.

On peut essayer de tirer de ces faits bien établis un certain nombre de conséquences au niveau de la sélection de la Vigne ou de l'Agronomie viticole.

Les résultats précédents concernent une gamme réduite de porte-greffes (obtention de la fin du siècle dernier ou du début de ce siècle) et de cépages. Pour les variétés porte-greffes et greffons, un très important travail de sélection est entrepris dans le monde. Il est indispensable de tenir compte des interactions entre porte-greffe et greffon pour ce qui concerne la nutrition minérale au cours de cette sélection, qui entraînera vraisemblablement une variabilité génétique supérieure à celle que nous connaissons. Ainsi, il faut éviter de sélectionner des porte-greffes ayant des caractéristiques aussi défavorables que 44-53. Par contre, il convient de rechercher, d'une part, des porte-greffes mieux adaptés au milieu ou moins exigeants en éléments nutritifs et, d'autre part, des variétés greffons qui soient tolérantes vis-à-vis des carences minérales et des toxicités. Un travail de ce genre est entrepris au Centre de Recherches de Bordeaux.

Les résultats précédents concernent également la fertilisation de la Vigne.

Un premier aspect de cette question est celui de l'analyse foliaire destinée à apprécier le niveau de l'alimentation de la plante. Etant donné l'importance des variations de composition minérale induites par le greffage, il est indispensable de traiter séparément chaque association entre porte-greffe et greffon, tant en ce qui concerne les prélèvements de feuilles que l'interprétation des résultats de l'analyse.

Un second aspect est celui de l'adaptation de la fertilisation aux particularités de la nutrition minérale des différentes associations. Cette adaptation, indispensable pour la prévention des carences et pour la rationalisation des fumures, concerne surtout le phosphore, le potassium et le magnésium (la nutrition azotée semble peu modifiée par le greffage). Pour chacun de ces trois éléments, les apports seront accrus ou, au contraire, réduits en fonction de la pauvreté ou de la richesse des orga-

nes foliaires de l'association : c'est ainsi que les vignes greffées sur 44-53 — et qui présentent de ce fait des concentrations en magnésium dans les feuilles très faibles — recevront une fertilisation magnésienne régulière.

Mais pour être pleinement efficace, cette adaptation de la fertilisation aux caractéristiques des porte-greffes et des greffons devrait s'appuyer sur des bases expérimentales plus larges.

Il conviendrait en premier lieu d'étendre les recherches, notamment en milieu contrôlé, à un nombre plus élevé d'associations entre porte-greffes et greffons. Il faudrait en même temps s'assurer que les différences de composition minérale des feuilles correspondent bien à des besoins différents des plantes entières, et préciser les besoins de chaque association. Un travail de ce genre a été réalisé dans le vignoble italien (FREGONI et SCIENZA, 1976) et, en France, dans le vignoble alsacien (MAROCKE, BALHAZARD et CORREGE, 1976), mais il devrait être entrepris dans les principaux terroirs viticoles. Ce travail permettrait de préciser les relations entre la vigueur des souches et la nutrition minérale. Nous avons fait remarquer précédemment que les vignes vigoureuses sont souvent mieux pourvues en éléments minéraux que les vignes moins vigoureuses ; FREGONI et SCIENZA (1976) ont fait des observations analogues. Mais on ignore si la vigueur est la conséquence ou bien la cause de cette richesse particulière, et si les vignes vigoureuses doivent être davantage fertilisées que les faibles ou si, au contraire, elles se satisfont d'une fertilisation réduite parce que leur système racinaire est plus développé ou doué de capacités d'absorption particulières.

Il conviendrait enfin de disposer de résultats d'essais donnant la réponse à la fertilisation de différentes associations ; nous allons montrer, au moyen de trois exemples, que cette réponse de la Vigne peut varier avec le porte-greffe et avec le greffon.

1. Influence du porte-greffe sur l'alimentation en magnésium de la Vigne et sur sa sensibilité au dessèchement de la rafle.

On sait que la sensibilité de la Vigne à la carence en magnésium dépend de la nature du porte-greffe ; il en est de même pour la sensibilité au dessèchement de la rafle, trouble physiologique d'origine mal connue qui provoque des dégâts importants dans de nombreux vignobles.

Nous avons pu préciser ces résultats dans l'essai de comportement de porte-greffes dont nous avons parlé au chapitre I. Des symptômes de carence magnésienne et des dégâts de dessèchement de la rafle apparaissent chaque année avec des intensités variables selon le porte-greffe, un apport de sulfate de magnésium au sol a été réalisé en 1971 sur la moitié de l'essai (2 t/ha de sulfate de magnésium). Chaque année à partir de 1972, nous avons analysé les pétioles prélevés à la véraison dans les

différents traitements, et apprécié à maturité l'intensité du dessèchement de la rafle. Les résultats obtenus en 1973 (DELAS et *al.*, 1976), et que nous résumons dans le tableau V, nous permettent de relier l'intensité des symptômes de dessèchement de la rafle aux teneurs en magnésium des pétioles, les porte-greffes qui présentent la plus faible teneur en magnésium (44-53, 7079, SO4) étant les plus atteints.

Ces résultats montrent également :

- que, sur un même type de sol, les besoins en magnésium tels qu'on peut les déduire de l'analyse des pétioles sont très variables : élevés pour 44-53, nuls pour 1103 P par exemple ;
- que la réponse à l'apport de magnésium, notable pour toutes les associations, varie en fait beaucoup selon le porte-greffe, qu'il s'agisse de la modification du taux de magnésium dans les feuilles ou de la diminution de la sensibilité au dessèchement : c'est ainsi que SO4 se distingue de tous les porte-greffes par le fait que la fumure magnésienne ne modifie guère la composition minérale des feuilles, ni la sensibilité au dessèchement. Dans le cas de porte-greffe 7079, l'accroissement très net de la teneur en magnésium des pétioles provoqué par la fumure ne s'accompagne pas d'une diminution de sensibilité au dessèchement.

2. Influence de l'azote et du porte-greffe sur le comportement du cépage Merlot cultivé en sol de graves de la région de Bordeaux.

Dans cet essai, dont nous avons déjà parlé au chapitre I, nous cherchons à mettre en évidence l'effet de l'apport excessif d'azote, du porte-greffe et de la charge sur la sensibilité du cépage Merlot à *Botrytis cinerea*, agent de la Pourriture grise. Les résultats obtenus jusqu'ici montrent qu'en fait c'est tout le comportement de la Vigne qui est modifié par les traitements, en particulier par le greffage (DELAS, 1978 ; SAINSON, 1978). Quelques-unes des données recueillies entre 1972 et 1977 sont indiquées dans le tableau VI.

La réponse à la fumure azotée — qu'il s'agisse du rendement, de la sensibilité au gel ou à *Botrytis cinerea* — varie avec le porte-greffe. Le comportement de SO4 est, à cet égard, tout particulier : l'apport d'azote en excès diminue les rendements de Merlot non greffé, ou greffé sur 3309 ou Riparia Gloire, mais ne modifie pas ceux de Merlot greffé sur SO4. Cette différence de comportement s'explique quand on étudie les modalités de l'action de l'azote sur la fertilité des bourgeons, et sur la coulure ou le millerandage : alors que l'apport d'azote provoque dans le cas de Merlot non greffé ou greffé sur 3309 ou Riparia Gloire une perte de fertilité et une coulure et un millerandage élevés, il entraîne seulement, dans le cas de greffage sur SO4, une diminution de fertilité sans grande influence sur le rendement.

TABLEAU V

Influence d'un apport de magnésium au sol sur la teneur en magnésium à la véraison des pétioles du cépage Cabernet Sauvignon greffé, et sur le dessèchement de la rafle en 1973. Essai de porte-greffes de Podensac. d'après J. DELAS et al. (1976)

Porte-greffes	Mg p. 100 de la (matière sèche)		K/Mg		Dessèchement de la rafle			
	Témoin	Mg au sol	Témoin	Mg au sol	p. 100 de grappes desséchées		p. 100 de dessè- chement par grappe	
					Témoin	Mg au sol	Témoin	Mg au sol
7079 [(Berlandieri x Vinifera) x (Vinifera x Berlandieri)] ..	0.27	0.64	10.1	3.0	34.48	27.00	3.80	3.62
44-53 [Riparia x (Rupestris x Cordifolia)]	0.19	0.44	15.9	8.0	27.02	11.70	3.07	1.75
SO4 (Riparia x Berlandieri)	0.33	0.43	8.4	7.2	23.35	26.71	2.62	3.25
110 R (Berlandieri x Rupestris)	0.46	0.93	5.9	2.5	16.83	8.03	1.80	0.80
99 R (Berlandieri x Rupestris)	0.53	0.84	6.1	3.3	16.79	14.38	1.67	1.12
7320 [(Vinifera x Berlandieri) x (Berlandieri x Rupestris)] ..	0.40	1.02	6.7	1.3	10.89	1.05	1.55	0.05
Rupestris du Lot	0.48	0.78	5.4	2.2	11.11	2.52	1.37	0.25
3309 (Riparia x Rupestris)	0.34	0.73	8.0	3.1	10.47	4.44	1.12	0.57
196-17 (Riparia x Rupestris)	0.36	0.61	7.0	4.6	7.82	5.82	0.90	0.67
1103 P (Berlandieri x Rupestris)	0.68	0.96	3.7	2.5	3.63	0.81	0.50	0.02

Coefficient de corrélation entre les teneurs en magnésium des pétioles et le dessèchement de la rafle :
 . pourcentage de grappes desséchées : r = 0,65 **
 . pourcentage de dessèchement par grappe : r = 0,67 **

TABLEAU VI

Influence de la fumure azotée sur le comportement du cépage *Merlot* non greffé ou greffé
Essai de fumure azotée de Pont-de-la-Maye — Moyenne de 6 répétitions

Traitements	Poids de bois de taille (g/souche) Moyenne 1972-1977	Poids de récolte (g/souche) Moyenne 1973-1976	Pourcentage de bourgeons détruits par le gel en 1978	Teneur en azote du moût (mg/l) Moyenne 1973-1977	Dégâts de <i>Botrytis cinerea</i> (grains attaqués p. 100) Moyenne 1973-1977
<i>Merlot</i> (non greffé)	375	1 449	27	461	1.35
<i>Merlot</i> (greffé) :					
. <i>Merlot</i> /SO4 (<i>Riparia</i> x <i>Berlandieri</i>) ..	406	2 859	18	378	2.90
. <i>Merlot</i> /3309 (<i>Riparia</i> x <i>Rupestris</i>) ..	261	1 388	33	421	1.88
. <i>Merlot</i> /Riparia Gloire	200	1 280	27	417	1.34
SANS AZOTE					
<i>Merlot</i> (non greffé)	400	1 058	46	532	1.44
<i>Merlot</i> (greffé) :					
. <i>Merlot</i> /SO4 (<i>Riparia</i> x <i>Berlandieri</i>) ..	444	2 792	25	501	4.71
. <i>Merlot</i> /3309 (<i>Riparia</i> x <i>Rupestris</i>) ..	303	1 042	25	534	1.81
. <i>Merlot</i> /Riparia Gloire	225	1 004	40	525	2.00
AVEC AZOTE					
Signification statistique :					
Effet du greffage	T.S.	T.S. 3 ans sur 4	T.S.	S. 2 ans sur 5 T.S. 3 ans sur 5	T.S. 3 ans sur 5
Effet de l'azote	S. 5 ans sur 6	T.S. 2 ans sur 4	T.S.	T.S. tous les ans	S. 3 ans sur 5

TABLEAU VII

Influence de la fertilisation sur la vigueur et la production des cépages *Cabernet Sauvignon* et *Merlot greffés*
Essai de fumure en pots de Pont-de-la-Maye — Moyenne des 4 répétitions de 1977.

Fumures (en kg/ha/an)	Traitements		Poids de bois de taille (g/souche)	Poids de récolte (g/souche)
	Porte-greffes	Cépages		
N = 20 P ₂ O ₅ = 15 K ₂ O = 50	<i>Rupestris du Lot</i>	<i>Cabernet Sauvignon</i> <i>Merlot</i>	166 133	245 117
	SO4 (<i>Riparia x Berlandieri</i>) .	<i>Cabernet Sauvignon</i> <i>Merlot</i>	151 134	479 356
	101-14 (<i>Riparia x Rupestris</i>) .	<i>Cabernet Sauvignon</i> <i>Merlot</i>	174 153	234 252
	<i>Riparia Gloire</i>	<i>Cabernet Sauvignon</i> <i>Merlot</i>	161 158	344 256
N = 40 P ₂ O ₅ = 30 K ₂ O = 100	<i>Rupestris du Lot</i>	<i>Cabernet Sauvignon</i> <i>Merlot</i>	242 221	382 232
	SO4 (<i>Riparia x Berlandieri</i>) .	<i>Cabernet Sauvignon</i> <i>Merlot</i>	286 254	675 496
	101-14 (<i>Riparia x Rupestris</i>) .	<i>Cabernet Sauvignon</i> <i>Merlot</i>	255 252	447 256
	<i>Riparia Gloire</i>	<i>Cabernet Sauvignon</i> <i>Merlot</i>	271 250	687 216

Effets de la fumure et du cépage très significatifs pour le poids de bois de taille
Effets de la fumure, du cépage et du porte-greffe très significatifs pour le poids de récolte.

3. Influence de la fumure sur le comportement de diverses associations entre porte-greffes et greffons.

Dans cet essai, établi en 1975 dans des pots contenant 100 kg de sol sableux de graves, nous étudions la réponse des cépages *Merlot* et *Cabernet Sauvignon* greffés sur quatre porte-greffes, à deux niveaux de fertilisation.

Nous avons indiqué dans le tableau VII les résultats obtenus en 1977 pour le poids de bois de taille (indice de vigueur) et la production.

Le poids de bois de taille varie avec le porte-greffe et le niveau de fumure, mais dans des limites étroites (peut-être, en raison des dégâts du gel de l'année précédente). La production est modifiée par tous les traitements, mais la réponse à la fertilisation varie avec le porte-greffe et avec le cépage ; alors que *Cabernet Sauvignon* réagit toujours à la fumure élevée, il n'en est pas de même pour *Merlot* : l'apport supplémentaire d'engrais ne modifie pas les rendements de ce cépage greffé sur *101-14* ou *Riparia Gloire*, mais les augmente considérablement quand le porte-greffe du *Merlot* est *Rupestris du Lot* ou *SO4*.

IV. — CONCLUSION

Les résultats obtenus à Bordeaux confirment, en les complétant, les données acquises dans le domaine de l'influence du greffage sur la nutrition minérale de la Vigne. L'interprétation de ces résultats a été facilitée par le fait que, contrairement à ce qui s'était passé dans beaucoup d'études antérieures, ils ont été obtenus dans des conditions de milieu bien définies (essais en plein champ ou en solution nutritive).

Les différences de composition induites par le greffage sont parfois considérables puisque les concentrations des pétioles en phosphore, potassium, magnésium ou calcium peuvent varier du simple au double quand on passe d'une association entre porte-greffe et greffon à une autre. Ces différences s'accompagnent dans certains cas d'une sensibilité accrue à une carence.

Nos résultats ont permis de préciser les rôles respectifs du porte-greffe et du greffon dans la nutrition minérale de la Vigne. Nous avons mis en évidence, en milieu contrôlé, par la méthode des greffages réciproques, que la teneur en éléments minéraux des organes foliaires est la résultante d'un « effet greffon » et d'un « effet porte-greffe », chacun de ces effets jouant un rôle différent selon les variétés. La multiplication de ce genre d'études permettrait de préciser les besoins en éléments minéraux des différentes associations.

Les conséquences des résultats acquis nous paraissent d'une grande importance dans deux domaines : la sélection de la Vigne (recherche de variétés mieux adaptées au milieu, moins sensibles aux carences) et sa

fertilisation (adaptation des fumures aux exigences et aux réponses des différentes associations entre porte-greffe et greffon).

Ces perspectives devraient inciter à intensifier les recherches dans ce domaine, car elles ne concernent encore que trop peu de variétés.

Manuscrit reçu le 12 octobre 1979.

RESUMÉ

Le greffage modifie la nutrition minérale de la Vigne, la sensibilité aux carences, la réponse aux fumures. La teneur en éléments minéraux des limbes et des pétioles est la résultante d'un double effet (« effet greffon » et « effet porte-greffe »). Chacun de ces effets joue un rôle plus ou moins déterminant selon la nature des variétés.

Les conséquences de ces résultats concernent la sélection de la Vigne (recherche de variétés plus résistantes aux carences et aux toxicités minérales) et sa fertilisation (adaptation des fumures aux exigences et aux réponses des diverses associations).

SUMMARY

Grafting changes mineral nutrition of the grapevine, sensibility to deficiencies, responses to fertilization. The level of mineral elements of leaf blades and petioles results from a double effect (graft effect and rootstock effect). Each other of these is more or less important according to varieties.

These results can be applied to selection of the grapevine (to obtain varieties more resistant to deficiencies and to mineral toxicities) and to its fertilization (adaptation of fertilizers to demands and responses of different associations).

ZUSAMMENFASSUNG

Das Pfropfen verändert die mineralische Ernährung des Weinbergs, die Empfindlichkeit gegen verschiedenen Elementenmangel und die Reaktion der Dünger. Der Gehalt an mineralischen Elementen des Blattes und des Stieles ist das Resultat eines doppelten Effektes (Edelreifeffekt und Unterlagseffekt). Jeder dieser Effekte spielt eine mehr oder weniger große Rolle im Zusammenhang mit der Sorte.

Die Konsequenzen dieser Resultate beziehen sich auch auf die Selektion der Rebe (Anbauversuche verschiedener Sorten bezüglich Elementenmangelresistenz und mineraler Toxizität) und auf ihre Fruchtbarkeit (Adaption der Düngemittel sowie auf die Reaktion verschiedener Verbindungen).

RESUMEN

El injertado modifica la nutrición mineral de la vid, su sensibilidad a las carencias y su respuesta a los abonos. El contenido en elementos minerales de los limbos y peciolos es el resultado de un efecto doble (el del injerto y el del porta-injerto) y cada uno de ellos juega un papel más o menos determinante según las variedades.

Las consecuencias de estos resultados afectan a la selección de la vid (investigación de variedades más resistentes a las carencias y a las toxicidades minerales) y a su fertilidad (adaptación de los abonos a las exigencias y a las respuestas que originan diversas asociaciones).

RIASSUNTO

L'innestatura modifica la nutrizione minerale della vite, la sensibilità alle carenze, la risposta ai concimi. Il tenore in elementi minerali dei lembi e dei piccioli, è la risultante d'un doppio effetto (« effetto marza ed effetto portinesto »). Ciascuno di questi effetti hanno un rudo più o meno determinante secondo la natura delle varietà.

Le conseguenze di questi risultati riguardano la selezione della vite (ricerca di varietà più resistenti alla carenze ed alle tossicità minerali) e la propria fertilizzazione (adattamento ai concimi, alle esigenze ed alle risposte delle diversi associazioni).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BOVAY E., 1959. Diagnostic foliaire de la Vigne et action du porte-greffe sur l'alimentation du *Chasselas*. *Rev. Romande Agric.*, **15**, 35-37.
- BOVAY E., 1964. Influence du porte-greffe sur l'alimentation du cépage blanc *Chasselas*. — Plant Analysis and Fertilizer Problems, IV, (4^e Coll. Intern. *Analys. Pl.*), 68-78, Bruxelles.
- BOVAY E. et GALLAY R., 1956. Etude comparative par la méthode du diagnostic foliaire de l'alimentation de divers porte-greffes de *Chasselas* sur deux sols différents. *Rev. Romande Agric.*, **12**, 85-88.
- BOVAY E. et ISOZ M., 1965. Influence du porte-greffe sur la nutrition de cultivars de *Vitis vinifera* dans les conditions de la Suisse Romande. *Vignes et Vin*, **139**, 13-17.
- CARLES J., CALMES J., ALQUIER-BOUFFARD A. et MAGNY J., 1966. Contribution à l'étude de l'influence du porte-greffe sur la composition minérale de la Vigne. *C. R. Acad. Sci.*, **263**, 1845-1848.
- DELAS J., 1968. Etude, par analyse foliaire, de la carence en magnésium dans le vignoble bordelais. Le Contrôle de la fertilisation des plantes cultivées (2^e Coll. *Europ., Médit.*), 343-352, Séville.
- DELAS J., 1978. Comportement du *Merlot* franc de pied et greffé en sol de Graves de la région de Bordeaux. *Symposium International Ecologie Vigne*, Constanza, Roumanie, (en cours d'impression).
- DELAS J., DUMARTIN P., MOLOT C. et BONIFACE J.C., 1976. Le dessèchement de la rafle dans le vignoble bordelais. *Connaissance Vigne et Vin*, **10**, 227-247.

- DELAS J. et MOLOT C., 1965. Essai de traitement de la carence en magnésium dans le vignoble bordelais. *C. R. Acad. Agric. Fr.*, **51**, 715-724.
- DIETRICH J.V., 1975. Influence de l'alimentation minérale des porte-greffes sur la production qualitative et quantitative de la Vigne. Le Contrôle de l'alimentation des plantes cultivées (3^e Coll. Europ. Médit.), 681-691, Akademiai Kiado, Budapest.
- DUMARTIN J. et BONIFACE J.C., 1975. Les enseignements d'un essai de porte-greffes. *Vignes et Vins*, **240**, 23-26.
- DUVAL-RAFFIN M., 1971. Contribution à l'étude de l'influence du porte-greffe sur la composition minérale du greffon chez la Vigne. *Mémoire E.N.I.T.A.*, Bordeaux.
- FREGONI M. et SCIENZA A., 1976. Recherches sur les facteurs génétiques et biologiques qui influencent la nutrition minérale de la Vigne. *C. R. 4^e Coll. Intern. Contr. Alim. Pl. Cultiv.*, Gand, vol. I, 327-341.
- FREGONI M., SCIENZA A. et VISAI C., 1975. Recherches sur l'état nutritif des vignobles en Italie : les cartes de la nutrition minérale. Le Contrôle de l'alimentation des plantes cultivées. (3^e Coll. Europ. Médit.), p. 705-719, Akademiai Kiado, Budapest.
- GALLO J.R. et RIBAS W.C., 1962. Analyse foliar de diferentes combinações encêrto-cavalo, para dez variedades de videira, *Bragantia*, **21**, 397-410.
- HALMI M. et BOVAY E., 1972. Influence du porte-greffe sur l'alimentation du cépage blanc « Chasselas fendant roux » en Suisse romande. *Schweitz. Landwirtsch. Forsch.*, **11**, 389-427.
- KHELIL A., 1975. Etude de l'action du chlorure de sodium sur la croissance et la composition minérale de la Vigne et des Agrumes cultivés en solution hydroponique ; influence du greffage et de l'ion nitrate. *Thèse 3^e cycle*, Université de Bordeaux I.
- LEVY J.F. et CAMHAJI E., 1970. Etude statistique des relations entre la composition minérale des feuilles et les conditions d'alimentation de la Vigne. *Vignes et Vins*, **187**, 12-17.
- LOUE A., 1976. Etude des liaisons entre le diagnostic foliaire et l'analyse du sol dans le traitement d'une enquête sur la nutrition de la Vigne. *C.R. 4 Coll. Intern. Contr. Alim. Pl. Cultiv*, Gand, vol. II, 255-268.
- LOUE A., 1978. Rapport annuel des essais de fertilisation 1977. S.C.P.A., éditeur, Mulhouse.
- MAROCKE R., BALTHAZARD J. et CORREGÉ G., 1976. Exportations des éléments fertilisants des principaux cépages cultivés en Alsace. *C.R. Acad. Agric. Fr.*, **62**, 420-429.

- SAINSON B., 1978. Influence de la fertilisation azotée sur le comportement du *Merlot* greffé ou franc de pied, cultivé en sol de graves du Bordelais. *Mémoire E.N.I.T.A.*, Bordeaux.
- SARIC M.R., ZORZIC M. et BURIC D., 1977. Einfluss der Unterlage und des Reises auf die Ionenaufnahme und-Verteilung. *Vitis*, **16**, 174-183.