Connaissance de la Vigne et du Vin, 1978, **12**, N° 3, 167-175.

ETUDE DE L'ADAPTATION DE NOUVELLES VARIETES DE PORTE-GREFFES A DES SOLS TRES CHLOROSANTS *

R. POUGET et M. OTTENWAELTER

Institut National de la Recherche Agronomique
Station de Recherches de Viticulture
Centre de Recherches de Bordeaux
33140 Pont de la Maye (France)

La chlorose calcaire de la Vigne, dont la recrudescence résulte de l'introduction du greffage à la suite de l'invasion phylloxérique, constitue encore une maladie physiologique grave dans les sols calcaires, en dépit de l'utilisation de porte-greffes résistants comme *41 B* et *333 EM*. En effet, le pouvoir chlorosant très élevé de certains types de sols et le niveau de résistance insuffisant des porte-greffes actuellement cultivés contribuent à aggraver les symptômes de chlorose, ce qui entraîne une réduction quantitative et qualitative de la récolte, en même temps qu'une diminution de la vigueur des plantes. Dans ces conditions, la lutte contre la chlorose devient nécessaire et des traitements doivent être réalisés ; mais ils augmentent les frais de culture sans toutefois présenter toute l'efficacité souhaitable.

En France, les sols calcaires plantés en Vigne représentent près de 200.000 ha et constituent en particulier la majeure partie des aires de production de Cognac et de Champagne. Par ailleurs, les zones les plus riches en calcaire, dans lesquelles existent de grands risques de chlorose, sont souvent celles qui présentent les conditions édaphiques et microclimatiques les plus favorables à l'obtention d'une qualité des produits élevée. Or, ces terroirs à vocation viticole très affirmée sont trop souvent abandonnés en raison des fortes attaques de chlorose que présentent les vignes greffées par les porte-greffes actuels. Il existe donc un problème important posé par l'inadaptation aux sols très chlorosants des variétés de porte-greffes existantes.

C'est dans le but de créer des variétés nouvelles de porte-greffes plus résistantes à la chlorose que *41 B* et *333 EM*, que la Station de Recherches de Viticulture (I.N.R.A.) de Bordeaux a entrepris, depuis 1959, un vaste programme d'amélioration par voie sexuée et de recherche sur

* Communication au Symposium International d'Ecologie de la Vigne (25-29 septembre 1978) à Constanza (Roumanie).

le déterminisme physiologique de la chlorose. Les travaux réalisés dans ce domaine ont débouché, à la suite de nombreuses expérimentations au vignoble, sur des résultats utilisables dans la pratique viticole. Nous insisterons essentiellement dans cet exposé sur les divers aspects du comportement des porte-greffes vis-à-vis de la chlorose (appréciation du pouvoir chlorosant des sols, principes de la méthode d'expérimentation, interprétation des résultats), en excluant toutes les données sur les autres aptitudes culturales des porte-greffes.

1. — APPRECIATION DU POUVOIR CHLOROSANT DES SOLS

Avant d'établir un essai de comportement de nouvelles variétés de porte-greffes dans une parcelle, il importe d'apprécier, avec le plus de certitude possible, le pouvoir chlorosant de son sol et de son sous-sol. Nous avons montré que la détermination de la teneur en calcaire actif n'est pas un critère suffisant pour apprécier avec précision le véritable pouvoir chlorosant d'un sol (JUSTE et POUGET, 1972 ; POUGET et JUSTE, 1972). Il est indispensable, en effet, de prendre également en considération la teneur en fer facilement extractible par l'oxalate d'ammonium, qui traduit l'aptitude d'un sol à fournir le fer aux racines sous une forme facile à absorber dans un milieu à pH élevé et riche en ions bicarboniques. *L'Indice de Pouvoir Chlorosant (I.P.C.),* que nous avons proposé, et qui est maintenant déterminé dans les laboratoires français d'analyse des sols, permet, mieux que le calcaire actif seul, d'apprécier l'aptitude d'un sol à induire la chlorose. Cet Indice est défini de la manière suivante :

$$I.P.C. = \frac{CO_3Ca}{(Fe)^2} \times 10^4$$

CO_3Ca : calcaire actif (en p. 100 de terre fine)
Fe : teneur en fer facilement extractible (en mg/kg de terre fine)

Grâce à cet Indice, le choix des porte-greffes peut être fait d'une manière plus rigoureuse, ce qui évite des erreurs graves.

Les sols des parcelles expérimentales destinées à recevoir les nouveaux génotypes de porte-greffes sont choisis parmi ceux qui présentent les valeurs de l'I.P.C. les plus élevées (de 100 à plus de 1000). Il est indispensable de connaître aussi parfaitement que possible les variations de l'I.P.C. sur toute l'étendue de la parcelle choisie, afin de déterminer avec précision le seuil à partir duquel les symptômes de chlorose apparaissent sur un porte-greffe donné.

Certes, le véritable pouvoir chlorosant d'un sol n'est pas reflété exclusivement par l'I.P.C., aussi précise que soit sa détermination. Il dépend en fait de plusieurs autres facteurs qui interviennent pour une grande part dans le déclenchement de la chlorose. Parmi ces facteurs, la teneur en eau joue un rôle essentiel puisqu'elle conditionne la forma-

tion des ions bicarboniques à partir des particules calcaires du sol. Le régime hydrique de la parcelle expérimentale doit donc être connu avec précision. L'alimentation en eau des plantes au cours de la période estivale est d'une importance capitale car les conditions de sécheresse, qui sévissent certaines années dans les sols superficiels, modifient, d'une manière différente suivant la résistance spécifique des porte-greffes, la vigueur intrinsèque des plantes et par suite leur comportement vis-à-vis de la chlorose.

En somme, une très bonne connaissance des conditions du milieu (sol, régime hydrique, température) est indispensable pour faire une étude sérieuse du comportement des nouvelles variétés de porte-greffes dans un sol calcaire.

2. — PRINCIPES DE LA METHODE D'EXPERIMENTATION

Nous avons montré (POUGET et OTTENWAELTER, 1973 et 1975) que l'appréciation du niveau de résistance à la chlorose d'un nouveau génotype ne pouvait en aucun cas être faite sur une plante cultivée franc de pied. En effet, à la suite d'expériences mettant en œuvre la méthode des greffages réciproques, nous avons pu établir que la résistance d'une plante à la chlorose est la résultante de deux propriétés physiologiques distinctes : l'aptitude des racines à absorber le fer dans le sol et les exigences en fer des feuilles. Dans le cas d'une plante cultivée franc de pied, le comportement observé est la résultante de ces deux propriétés, sans qu'il soit possible de distinguer la part qui revient à chacune d'entre elles. Au contraire, si l'on greffe une même variété sur deux porte-greffes différents, les exigences en fer des feuilles étant identiques, le comportement du greffon vis-à-vis de la chlorose traduit uniquement l'aptitude des racines du porte-greffe à absorber le fer dans le sol.

C'est en nous basant sur le principe de cette méthode que nous avons, dans une première phase, fait subir un test préliminaire de résistance à la chlorose à tous les nouveaux génotypes obtenus par croisement. Pour cela, un greffage réciproque avec le porte-greffe témoin *41 B* est réalisé pour chaque variété nouvelle. Les plantes obtenues sont cultivées en serre dans un sol à fort I.P.C. et seuls sont retenus les génotypes qui manifestent une résistance à la chlorose supérieure à celle de *41 B.* Ils sont alors soumis à un test complémentaire et placés pour cela dans des essais de comportement au vignoble.

Ce sont ces essais que nous allons maintenant étudier en précisant les conditions de leur établissement et les précautions à prendre pour assurer leur validité.

2.1. - Mise en place des essais de comportement en sol très chlorosant

Pour juger le comportement vis-à-vis de la chlorose des nouvelles variétés de porte-greffes, il est important de choisir plusieurs types de

sols très chlorosants, situés sous des climats différents. Nous avons ainsi cherché à implanter des essais, de dimensions variables, dans les principaux vignobles français (région de Cognac, Champagne, Alsace, Bourgogne, Vallée de la Loire, Cahors, Bordeaux, Gaillac, Aude, Provence, Languedoc, etc). Actuellement, il existe 50 parcelles expérimentales réparties sur l'ensemble du vignoble français, dans des conditions écologiques très différentes.

Il est également important de préciser le comportement d'un nombre aussi élevé que possible de cépages greffons sur les nouveaux porte-greffes. En effet, les exigences en fer du système foliaire des cépages étant différentes, leur sensibilité à la chlorose l'est également. Il est bien connu en particulier que *l'Ugni blanc* est moins exigeant que la *Folle blanche,* le *Pinot noir* que le *Chardonnay,* le *Grenache* que le *Cinsaut.* La connaissance du comportement d'un grand nombre de cépages est fort utile, par ailleurs, pour définir l'affinité avec les nouveaux porte-greffes. Nos essais de résistance à la chlorose comportent 16 cépages différents, choisis parmi les plus cultivés en France *(Chasselas, Pinot noir, Pinot gris, Riesling, Traminer, Chardonnay, Pinot Meunier, Cabernet-Sauvignon, Cabernet-franc, Merlot, Cot, Ugni blanc, Folle blanche, Mauzac, Grenache, Carignan).* Le nombre de plantes par variété peut varier d'un essai à l'autre. Il ne doit pas être inférieur à 25, réparties par groupes de 5 en fonction de l'hétérogénéité de l'Indice de Pouvoir Chlorosant de la parcelle. Plusieurs essais comportent 100 à 200 plantes par porte-greffe, réparties par groupes de 10 ou 12. Une parcelle de comportement en sol chlorosant doit rester de dimensions réduites et ne pas dépasser 800 à 1000 plantes, si l'on veut éviter une hétérogénéité trop importante.

Nous incorporons toujours dans notre dispositif expérimental plusieurs variétés témoins *(41 B, 333 EM, RSB 1, 140 Ru)* choisies d'après le sol et le type de production recherché. La présence dans un même essai de plusieurs témoins est très utile pour situer le niveau relatif de résistance des porte-greffes anciens et nouveaux.

La chlorose ferrique induite par un sol calcaire peut atteindre des degrés de gravité variables suivant la vigueur des plantes d'une même association greffon/porte-greffe (POUGET, 1974). La faible teneur en glucides de réserve influe particulièrement sur la sensibilité à la chlorose qui s'accroît alors dans de grandes proportions et peut ainsi fausser les observations. Il importe donc que les plus grands soins soient apportés à la préparation des greffés-soudés destinés à l'établissement des essais de porte-greffes en sol calcaire. Toutes les plantes d'un même essai doivent provenir de la même origine (même pépinière et si possible même provenance des boutures). Cette condition doit absolument être remplie sinon les résultats des observations du comportement risquent d'être perturbés et difficilement interprétables.

2.2. - **Notation du comportement vis-à-vis de la chlorose**

Les premiers symptômes de chlorose sont observables seulement au cours de la deuxième année après la plantation des greffés-soudés. L'apparition de la chlorose est déclenchée par une teneur en eau élevée dans le sol et le sous-sol, conditions qui ne se réalisent qu'à la suite de chutes de pluie importantes entre le débourrement et la floraison. Ce n'est donc que durant un printemps humide que les conditions d'apparition de la chlorose sont réunies.

Les observations doivent être faites sur chaque plante individuellement, quand l'intensité des symptômes est maximale, c'est-à-dire au moment où la croissance des sarments est la plus active. Cette période se situe généralement aux environs de la floraison. Pour faciliter la comparaison et uniformiser les observations, nous avons mis au point une échelle de notation des symptômes sur les jeunes feuilles de l'extrémité des sarments. Cette échelle, qui varie de 0 à 5, peut être définie de la manière suivante :

0 : Absence de symptômes. Limbe de couleur vert foncé

1 : Limbe de couleur vert clair

2 : Limbe de couleur jaune pâle. Présence d'un réseau de petites nervures vertes

3 : Limbe de couleur jaune franc. Nervures principales vertes

4 : Apparition de petites nécroses sur le limbe jaune franc à blanchâtre

5 : Limbe nécrosé sur plus de 10 p. 100 de la surface. Stade « cottis »

Les notations individuelles sont répétées chaque année pendant une période au moins égale à 5 ans consécutifs. Cette continuité dans l'observation du comportement des plantes est nécessaire en raison des interactions qui existent entre la vigueur et la sensibilité à la chlorose. Nous avons déjà signalé (POUGET, 1974) que toutes les causes qui entraînent une réduction de l'accumulation des glucides dans les racines (mauvaise soudure au niveau du point de greffe, incision annulaire partielle ou totale, charge excessive, destruction plus ou moins importante du feuillage par un parasite cryptogamique, etc.) contribuent à rendre la plante plus sensible à la chlorose. Une autre cause très importante de la réduction de la vigueur est la sensibilité à la sécheresse des porte-greffes. Nous avons en effet observé, durant deux années consécutives (1975 et 1976), que la sécheresse du sol a provoqué une diminution notable de la vigueur des plantes greffées sur certains porte-greffes *(41 B, 333 EM).* Ces deux années, caractérisées par une absence presque totale de symptômes de chlorose, ont été suivies par une année humide (1977), au cours de laquelle nous avons remarqué une aggravation de l'intensité de la chlorose sur les plantes dont la vigueur avait été réduite par la sécheresse des années

précédentes. Dans de telles conditions, le porte-greffe *140 Ru,* très résistant à la sécheresse, a conservé une vigueur supérieure à celle de toutes les autres variétés et a manifesté, au cours de l'année humide, la résistance à la chlorose la plus élevée.

Il est donc indispensable, durant la période d'observation pluriannuelle de tenir compte de tous les facteurs de nature climatique ou physiologique qui interfèrent avec la résistance intrinsèque à la chlorose des variétés de porte-greffes et qui peuvent ainsi masquer leur niveau de résistance réelle. Cela suppose une observation constante et rigoureuse.

Il va de soi que les notations des symptômes de chlorose dans les essais de comportement doivent s'accompagner de toutes les observations et mesures habituelles réalisées sur chaque plante (poids des bois de taille et charge équilibrée, poids de la récolte, degré alcoolique et acidité du moût). Les données ainsi obtenues sont confrontées avec des observations des symptômes de chlorose et servent à préciser les aptitudes de chaque nouveau porte-greffe par rapport au témoin.

3. — RESULTATS DES EXPERIMENTATIONS — INTERPRETATION

Depuis 1965, les observations sur le comportement des nouveaux porte-greffes sont réalisées dans des parcelles expérimentales établies dans des sols à pouvoir chlorosant élevé, essentiellement dans la région de Cognac, où se situent les essais les plus anciens. Il n'est pas possible, dans le cadre de cet exposé, de rapporter l'ensemble des résultats enregistrés.

Plusieurs dizaines de nouveaux génotypes de porte-greffes ont été placés en expérimentation, après avoir satisfait à tous les tests requis (résistance au Phylloxéra, au Mildiou et à l'Oïdium, aptitude élevée à la rhizogenèse et à la callogenèse, etc.). Après plus de 13 ans d'observations répétées dans des sols calcaires différents et avec plusieurs cépages greffons, nous avons retenu jusqu'à présent un seul génotype nouveau, qui a manifesté dans tous les cas une résistance à la chlorose supérieure à celle de tous les témoins. Il s'agit d'une variété dénommée *Fercal,* issue d'un croisement entre *BC 1 (Berlandieri* x *Colombard) n° 1* et *333 EM (Cabernet-Sauvignon* x *Berlandieri).*

Le tableau I montre, à titre d'exemple, les résultats des notations de chlorose réalisées sur deux essais établis avec deux cépages *(Ugni blanc* et *Cabernet-Sauvignon)* dans deux types de sols calcaires. Il apparaît nettement que la variété *Fercal* présente toujours une note moyenne de chlorose inférieure à celles des autres porte-greffes, quel que soit le cépage utilisé comme greffon.

Les multiples observations effectuées depuis plusieurs années dans les différents essais répartis dans les vignobles français confirment l'excellent comportement vis-à-vis de la chlorose du nouveau porte-greffe *Fercal.*

TABLEAU I

Notation des symptômes de chlorose (Note moyenne de 0 à 5)

Cépages	Année de notation	Porte-greffes				
		140 Ru	*333 EM*	*41 B*	*RSB 1*	*Fercal*
Ugni blanc Essai LEYRAT (Charente) (144 plantes/Porte-greffe)	1975	1,70	1,40	1,80	2,06	1,06
	1977	2,00	1,87	3,29	2,45	1,38
Cabernet-Sauvignon Essai SIMON (Gironde) (170 plantes/Porte-greffe)	1978	1,92	2,72	2,87	2,85	1,39

De plus, ces données nous permettrent de tirer des conclusions sur la résistance à la chlorose des variétés de porte-greffes actuellement cultivées et de proposer une échelle de résistance relative légèrement modifiée par rapport à celle qui est communément admise (Tableau II).

TABLEAU II

Echelle de résistance à la chlorose des porte-greffes de Vigne basée sur *l'Indice de Pouvoir Chlorosant (I.P.C.)* **(Porte-greffes les plus résistants)**

Porte-greffes	Valeur de *l'I.P.C.* au-delà de laquelle la chlorose peut apparaître
RSB 1	50
41 B	60
333 EM	70
140 Ru	90
Fercal	120

Sur ce tableau, nous avons fait figurer les valeurs limites de *l'I.P.C.* à partir desquelles il existe des risques de chlorose pour un porte-greffe déterminé. Ces seuils, qui ont été déterminés d'après les analyses de sol effectuées dans nos parcelles expérimentales, n'ont pas une valeur absolue et peuvent fluctuer pour des raisons multiples que nous avons évoquées par ailleurs (POUGET et JUSTE, 1972).

Nous constatons également sur le tableau II que, si le nouveau porte-greffe *Fercal* apparaît comme le plus résistant, il est suivi par *140 Ru* dont la résistance à la chlorose est en fait supérieure à celle des variétés *41 B* et *333 EM*, contrairement à ce qui était communément admis jusqu'alors. Il faut également noter que la résistance de *333 EM* est légèrement supérieure à celle de *41 B*, comme nous l'avons observé avec régularité pendant plusieurs années dans tous les essais en place.

4. — CONCLUSION

Dans les essais de comportement établis pour tester l'adaptation des nouvelles variétés de porte-greffes aux sols très fortement chlorosants, nous avons pu déterminer avec précision le niveau de résistance à la chlorose des variétés anciennes et nouvelles. Parmi ces dernières, seule la variété *Fercal* s'est révélée d'une résistance supérieure à celle des porte-greffes usuels. Comme elle possède par ailleurs les caractéristiques exigées d'un bon porte-greffe (résistance élevée au Phylloxéra, bonne aptitude à la rhizogenèse et au greffage, etc.), qu'elle confère au greffon une vigueur moyenne et induit une maturation assez précoce avec une richesse en sucre plus élevée, la variété *Fercal* a été proposée à l'inscription aux catalogues français et européen et doit être agréée dans un avenir très proche. Elle est destinée à remplacer *41 B* et *333 EM* dans des sols où ces derniers chlorosent.

Les essais nous ont permis également de mettre en évidence que la résistance à la sécheresse de *Fercal* n'atteint pas le niveau de celle de *140 Ru* mais dépasse celles de *41 B* et *333 EM*. Dans les calcaires, secs et superficiels, *140 Ru* paraît donc être le porte-greffe qui présente la meilleure adaptation. Dans tous les autres types de sols chlorosants, la variété *Fercal* doit être choisie en raison de sa très bonne résistance à la chlorose.

D'autres génotypes sont en cours d'expérimentation et nous avons l'espoir d'améliorer encore l'adaptation aux sols calcaires très chlorosants.

Manuscrit reçu le 23 octobre 1978.

RÉSUMÉ

L'expérimentation des nouvelles variétés de porte-greffes, obtenues par hybridation à la Station de Recherches de Viticuiture de Bordeaux, est mise en place dans des zones où l'indice de pouvoir chlorosant (I.P.C.) atteint des valeurs très élvées. L'intensité des symptômes de chlorose est notée avec précision, pour chaque plante, durant une période au moins égale à 5 ans.

Les résultats enregistrés sur plusieurs parcelles expérimentales implantées dans les principales régions du vignoble français, montrent le très bon comportement vis-à-vis de la chlorose calcaire d'une nouvelle variété de porte-greffe. Cette variété, dénommée FERCAL, possède une résistance à la chlorose supérieure à celle de tous les porte-greffes connus. Elle va être cultivée dans les

vignobles les plus chlorosants qui sont situés généralement dans des zones productrices d'une qualité élevée.

SUMMARY

Experimentation with new varieties of stock, obtained by hybridization at the Bordeaux Station of Viticultural Research, is carried out in zones where the index of chlorosing power (I.P.C.) reaches very high levels. The intensity of the symptoms of chlorosis is noted with precision, for each plant, during a period of at least 5 years.

The results recorded on several experimental plots located in the main wine-growing regions of France, show the very good behaviour with regard to calcareous chlorosis of a new variety of stock. This variety, called FERCAL, has a greater resistance to chlorosis than all other known stock. It is going to be cultivated in the most chlorosing regions which are generally situated in areas producing a high quality.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Experimentation neuer Varietäten von Pfropfträgern, welche durch Hybridation in der Weinbauforschungsstation von Bordeaux erhalten werden, wird in Zonen vorgenommen, in denen der Wert des Chlorosierungsvermögens (I.P.C.) sehr hohe Zahlen erreicht. Die Intensität der Chlorosesymptome wird mit Präzision notiert, und zwar bei jeder Pflanze, während einem Mindestzeitraum von 5 Jahren.

Die auf mehreren Versuchsparzellen registrierten Ergebnisse, welche in den Hauptweinbaugebieten Frankreichs angepflanzt wurden, zeigen ein sehr gutes Verhalten einer neuen Propfträgervarietät gegenüber der Kalkchlorose. Diese Varietät, genannt FERCAL, besitzt eine Widerstandskraft gegenüber der Chlorose, welche allen bekannten Propfträgern überlegen ist. Sie wird in den am meisten chlorosierenden Weinbergen kultiviert werden, welche sich allgemein in Anbaugebieten befinden, die eine hohe Qualität hervorbringen.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

JUSTE Ch. et POUGET R., 1972. Appréciation du pouvoir chlorosant des sols par un nouvel indice faisant intervenir le calcaire actif et le fer facilement extractible. Application au choix des porte-greffes. *C.R. Acad. Agric.*, **58**, 352-357.

POUGET R. et JUSTE Ch., 1972. Le choix des porte-greffes de la Vigne pour les sols calcaires. *Connaissance Vigne et Vin*, **4**, 359-364.

POUGET R. et OTTENWAELTER M., 1973. Etude méthodologique de la résistance à la chlorose calcaire chez la Vigne : principe de la méthode des greffages réciproques et application à la recherche de porte-greffes résistants. *Ann. Amélior. Plantes*, **23**, 347-356.

POUGET R., 1974. Influence des réserves glucidiques sur l'intensité de la chlorose ferrique chez la Vigne. *Connaissance Vigne et Vin*, **8**, 305-314.

POUGET R. et OTTENWAELTER M., 1975. Les problèmes posés par la sélection de porte-greffes résistants à la chlorose calcaire. *Vitis.*, **13**, 292-296.