

Comparaison de différentes techniques de greffage vis-à-vis de leur efficacité de transmission virale sur vigne

par

FLORENCE LAHOGUE, G. BOULARD et C. SCHNEIDER

INRA, Laboratoire de Viticulture, Colmar, France

R é s u m é : Dans le but d'effectuer un criblage rapide d'un grand nombre de variétés de vigne vis-à-vis de leur résistance aux virus, nous avons recherché quelle méthode d'inoculation était la plus adaptée. L'inoculation mécanique d'un virus à la vigne étant difficile à obtenir, nous avons comparé différentes techniques de greffage: greffage sur bois, greffage en vert avec porte-greffe préalablement enraciné ou non, chaque fois, deux positions possibles pour l'inoculum: greffon ou porte-greffe.

Les résultats de cette étude indiquent que le greffage sur bois avec l'inoculum en position de porte-greffe correspond à la méthode la plus efficace. Toutefois, le greffage en vert avec porte-greffe non enraciné donne également de bons résultats, toujours avec l'inoculum en position de porte-greffe. Etant donnés les avantages que présente la greffe en vert en ce qui concerne la surface nécessaire à sa réalisation et sa vitesse de réalisation, ainsi que son utilisation possible tout au long de l'année, elle paraît tout à fait adaptée pour inoculer un grand nombre de variétés.

Comparison of the viral transmission efficiency of different grafting techniques on grapevines

S u m m a r y : With the objective of screening a great number of grapevine varieties for their resistance to virus diseases, we looked for the most appropriate technique of inoculation. As the mechanical inoculation of a virus to the grapevine succeeds only under special conditions, we compared different grafting techniques: dormant grafting and green grafting, the last with and without previously rooted rootstock. For each of these three methods, the inoculum was used as the stock on one hand, as the scion on the other hand. This study proved that the dormant grafting technique using the inoculum as the rootstock is the most efficient technique. Nevertheless, good results were obtained by using the green grafting technique without previously rooting the rootstock, the inoculum being also used as the rootstock. As the green grafting method doesn't require a great area, is not time-consuming and can be performed throughout the year, it seems therefore to be a very convenient method of inoculating a great number of varieties.

Key words : Vitis, GFLV, efficiency of inoculation, dormant grafting, green grafting.

Introduction

L'inoculation mécanique d'un virus à la vigne semble être difficile à obtenir (NYSTERAKIS 1947; BRÜCKBAUER et RÜDEL 1961). Les cas de succès décrits ont été effectués sur des semis de *Vitis vinifera* var. Mission ou des boutures de *Vitis rupestris* var. St George préalablement étiolés (MARTELLI et HEWITT 1963; TAYLOR et HEWITT 1964). Il apparaît donc qu'à part l'inoculation à l'aide du vecteur naturel lorsqu'il est connu, le meilleur moyen de transmettre un virus à une vigne soit le greffage. Récemment, la technique de la greffe-bouture herbacée s'est révélée être d'un grand intérêt aussi bien pour la multiplication des plants (MARTIN *et al.* 1987) que pour le dépistage des maladies virales (WALTER *et al.* 1990; BASS *et al.* 1993). Dans le but d'effectuer un tri rapide d'un grand nombre de variétés de vigne vis-à-vis de leur résistance aux principales maladies virales, l'utilisation de cette technique en tant que moyen d'inoculation a été envisagée. Voulant connaître son efficacité réelle à transmettre un virus par rapport à la greffe sur bois, nous avons comparé, dans cette étude, les taux d'infection obtenus par ces deux modes de greffage en fonction du temps et de la position de l'inoculum, le virus considéré étant le grapevine fanleaf nepovirus (GFLV).

Matériel et méthodes

Matériel végétal : L'inoculum est *Vitis vinifera* var. Savagnin rose infecté par la souche F13 du GFLV. Ce matériel, obtenu par hétérogreffage *in vitro* (BASS et VUITTENEZ 1979), nous a été fourni par le Laboratoire de Pathologie Végétale, INRA de Colmar.

Dans le cas du greffage sur bois, le matériel a été prélevé sur des souches extérieures. Parallèlement, après repiquage dans des pots de 7,5 l contenant un mélange sable/perlite (60/40) et forçage à 28 °C pendant un mois, des boutures ligneuses issues de ces mêmes souches ont été élevées en serre à 24 °C, produisant ainsi les rameaux herbacés nécessaires à la greffe en vert.

Les variétés à inoculer ont été choisies, après s'être assuré qu'elles étaient indemnes des deux virus du court-noué (GFLV et ArMV), de façon à constituer un échantillon représentatif des différentes classes de la famille des Vitacées et sont répertoriées dans le Tab. 1. Ces vignes nous ont été fournies sous forme de boutures ligneuses par la Station de Recherches Viticoles, INRA de Montpellier (Domaine de Vassal). Elles ont été élevées depuis 1989 en serre non chauffée, dans de grands bacs contenant le même mélange sable/perlite. En 1992, la croissance de seulement deux pousses par bouture a été favorisée de façon à obtenir

Tableau 1

Liste des variétés utilisées. HI: Hybride interspécifique. Occidentalis, Pontica, Orientalis: Classification des *V. vinifera* selon NEGRUL (1938). Obtention: Vigne issue d'un croisement entre deux *V. vinifera*. Américain: *Vitis* américain

List of varieties used in the study. HI: Interspecific hybrid. Occidentalis, Pontica, Orientalis: Classification of *V. vinifera* according to NEGRUL (1938). Obtention: Variety obtained by crossing two *V. vinifera*. Américain: American *Vitis*

Variété	Nom	Type
1	140 Ruggeri	HI
2	Pinot noir	Occidentalis
3	V. Berlandieri n°26	Américain
4	Bogazkere	Pontica
5	Fouhi Khechen	Pontica
6	Irsay Oliver	Obtention
7	Perle de Csaba rouge	Obtention
8	Rudezusa	Pontica
9	Sahami	Orientalis
10	Sultanine blanche	Orientalis
11	Tiliaacea	Occidentalis
12	Ampelopsis brevipedunculata	
13	V. longil	Américain
14	Gravesac	HI
15	Hybride Becker	HI

au cours de l'hiver 92-93 les sarments nécessaires à la réalisation de la greffe sur bois. En revanche, au printemps 1993, toutes les pousses ont été laissées afin que les rameaux herbacés soient d'un diamètre d'environ 5 mm, compatible avec le greffage en vert.

Le greffage sur bois: Suivant la position de l'inoculum, le type de greffage utilisé n'a pas été le même: greffe omega lorsque l'inoculum est en position de porte-greffe (I=PG) (Fig. 1a); greffe par incrustation lorsque l'inoculum est en position de greffon (I=G) (Fig. 1b).

Ce greffage a été réalisé en janvier 1993 et les greffes ont été conservées dans la sciure en chambre froide jusqu'en

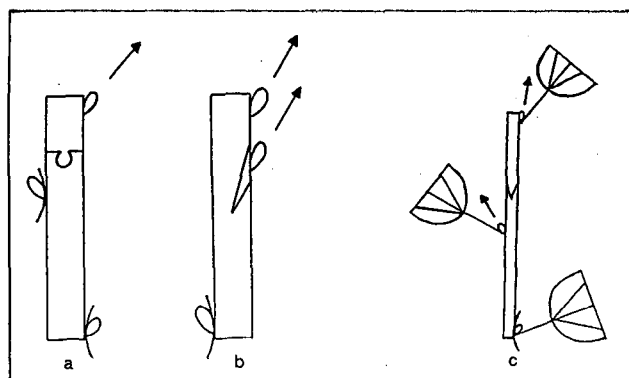


Fig. 1: a: Greffage sur bois, inoculum en position de porte-greffe. b: Greffage sur bois, inoculum en position de greffon. c: Greffage en vert.

a: Dormant grafting, inoculum used as the rootstock. b: Dormant grafting, inoculum used as the scion. c: Green grafting.

mai, date à laquelle elles ont été mises en forçage (2 semaines à 30 °C) puis plantées en pépinière. Pour chaque variété, 11 à 15 greffes ont été effectuées par modalité.

Le greffage en vert: Deux modes de greffage ont été testés dans cette étude: porte-greffe non enraciné qui correspond à la technique de la greffe-bouture herbacée (WALTER *et al.* 1990); porte-greffe enraciné, c'est-à-dire que la bouture qui sert de porte-greffe a été mise à raciner environ 20 jours avant d'effectuer le greffage.

Pour chacun de ces modes, les deux positions d'inoculum (porte-greffe et greffon) ont été comparées.

Quatre modalités différentes ont donc été étudiées dans le cas du greffage en vert. Mais quelque soit cette modalité (Fig. 1c), porte-greffe et greffon ont été assemblés à l'aide d'une machine à greffer Greffentvert (brevet Mumm-Perrier-Jouët n° 86.01117), qui réalise une greffe en fente pleine, et maintenus ensemble à l'aide d'une mini-pince en plastique. Les greffes ont été élevées sur laine de roche préalablement trempée dans la solution nutritive additionnée de 5 mg/hl d'acide naphthalène acétique. La soudure a été obtenue en conservant les greffes pendant trois semaines dans des mini-serres hermétiquement fermées, dans lesquelles une température de 25 °C et une humidité de 100 % sont maintenues, l'intensité lumineuse étant progressivement augmentée de 900 à 2200 lx (photopériode de 16 h). Lors du passage en serre dite de sevrage favorisant le démarrage de la pousse du greffon, la pousse du porte-greffe des greffes I=PG a été coupée. Ensuite, les greffes ont été élevées en serre dans les mêmes conditions que les plantes mères.

Ce greffage a été effectué en juillet 1993, à raison d'une quinzaine de répétitions par variété.

Contrôle de l'infection: Le contrôle de l'infection a été fait par tests ELISA sur jeunes feuilles réalisés à différentes dates après le greffage. Le protocole suivi correspond à la méthode ELISA directe décrite par WALTER *et al.* (1984) avec utilisation du système biotine-avidine pour amplifier la réponse. Les sérums ont été fournis par le Laboratoire de Pathologie Végétale, INRA de Colmar.

En ce qui concerne le greffage sur bois, le temps t_0 considéré correspond à la date de mise en forçage des greffes. Les tests ELISA ont alors été effectués à $t_0 + 2$ mois, $t_0 + 4$ mois, $t_0 + 5$ mois et enfin $t_0 + 14$ mois. Jusqu'à $t_0 + 5$ mois, les feuilles ont été prélevées sur les greffes toujours en pépinière. Après août, ces greffes ont été arrachées, conservées au froid durant l'hiver (93-94) et remises en végétation en serre en pots en juin 1994 jusqu'au prélèvement des feuilles à $t_0 + 14$ mois.

Dans le cas du greffage en vert, t_0 étant la date de greffage, le contrôle de l'infection a été fait à $t_0 + 4$ mois, $t_0 + 5$ mois, $t_0 + 7$ mois et enfin $t_0 + 12$ mois. Les individus ont été maintenus en végétation durant toute cette période.

Au maximum 10 pieds par variété et par modalité, désignés par tirage au sort, ont été contrôlés. Dans le cas où I=G, si nous appelons IP les greffes ayant un inoculum poussant et IM les greffes ayant au premier test ELISA un inoculum mort, que le bourgeon de celui-ci ait débourré ou non, les pieds IP ont été testés en priorité.

Un pied répondant positivement sans doute possible à un test n'a plus été contrôlé ultérieurement.

Analyse statistique: L'indépendance des échantillons étant vérifiée, l'égalité des variances obtenue après transformation angulaire des données et la normalité des populations supposée, toutes les conditions

d'application de l'analyse de variance sont réunies. Celle-ci a été effectuée à l'aide de la procédure GLM du logiciel d'analyse statistique: Statistical Analysis System (SAS) (SAS Institute Inc., 1988).

La méthode de NEWMAN et KEULS a ensuite été utilisée pour classer les modalités des différents effets mis en évidence.

Tableau 2

Signification des abréviations utilisées dans les tableaux et figures

Abbreviations used in the tables and figures

Abréviations	Signification	Meaning
Rep1	Pourcentage de reprise au greffage	Percentage of graft take
Rep2	Pourcentage de greffes exploitables	Percentage of usable grafts
Inf	Taux d'infection	Percentage of infection
4m, 5m, 1an	4 mois, 5 mois, 1 an après le greffage	4 months, 5 months, 1 year after grafting
IP	Greffes ayant un greffon-inoculum poussant = greffes réussies	Grafts with a growing scion-inoculum = successful grafts
IM	Greffes ayant un greffon-inoculum mort au premier test ELISA	Grafts with a dead scion-inoculum at the time of the first ELISA test
T	Greffes IP + IM	IP + IM grafts
B	Greffage sur bois	Dormant grafting
VNE	Greffage en vert, porte-greffe non enraciné	Green grafting, unrooted rootstock
VE	Greffage en vert, porte-greffe enraciné	Green grafting, rooted rootstock
gréf	Facteur mode de greffage	Grafting technique
pos	Facteur position de l'inoculum	Inoculum position
var	Facteur variété	Variety
I=PG ou IPG	Inoculum en position de porte-greffe	Inoculum used as the rootstock
I=G ou IG	Inoculum en position de greffon	Inoculum used as the scion

Résultats

L'effet des facteurs mode de greffage, position de l'inoculum et variété a été étudié vis-à-vis du taux de reprise et du taux d'infection en fonction du temps.

Nous appellerons Rep1 (pour la signification des abréviations voir Tab. 2) le taux de réussite au greffage mesuré à la date du premier test ELISA, c'est-à-dire le pourcentage d'individus pour lesquels la soudure de l'assemblage greffon/porte-greffe s'est bien faite.

Mais dans le cas où I=G, un autre type d'individus peut être exploité: les greffes appelées IM. En effet, malgré un temps de contact inoculum/variété à inoculer assez court, la transmission du virus a quand même pu se faire. Nous pouvons alors définir Rep2 comme étant le pourcentage de greffes exploitables mesuré toujours à la date du premier test ELISA, prenant en compte les pieds IP mais aussi les pieds IM.

Naturellement, dans le cas où I=PG, Rep2=Rep1 (les greffes pour lesquelles seul le porte-greffe-inoculum reste vivant ne présentent pas d'intérêt).

Le taux d'infection représente dans cette étude le pourcentage de pieds dans lesquels le virus a été détecté. Les valeurs obtenues pour les différentes modalités étudiées diffèrent selon que l'on prend en compte les pieds comptabilisés dans Rep1 ou les pieds comptabilisés dans

Rep2. Inf4mIP, Inf5mIP et Inf1anIP représentent donc les taux d'infection obtenus respectivement au bout de 4 mois, de 5 mois et d'1 an sur les greffes ayant réussi.

Inf4mT, Inf5mT et Inf1anT représentent les mêmes taux d'infection mais obtenus sur les greffes exploitables.

Effet mode de greffage: Le mode de greffage a un effet hautement significatif sur le taux de reprise et le taux d'infection (Tab. 3). Toutefois, si on ne considère que les greffes ayant réussi, son effet s'annule avec le temps puisqu'un an après le greffage les taux d'infection obtenus ne sont plus significativement différents (Fig. 2).

Toutefois, en ce qui concerne le taux de reprise, il existe une forte interaction entre ce facteur mode de greffage et les facteurs position de l'inoculum et variété:

- intéressons-nous d'abord à l'interaction mode de greffage X position de l'inoculum. En effet, lorsque I=PG, le greffage sur bois donne de bien meilleurs résultats que le greffage en vert, l'enracinement préalable du porte-greffe dans ce dernier cas étant encore moins favorable (Tab. 4). Par contre, lorsque I=G, des valeurs semblables aussi bien pour Rep1 que pour Rep2 sont obtenues quelque soit le mode de greffage utilisé.

D'ailleurs, lorsqu'une analyse de variance est réalisée séparément pour chaque modalité du facteur position de

Tableau 3

Effet du mode de greffage sur le taux de reprise et sur le taux d'infection (voir Tab. 2 pour la signification des abréviations). NS: Non significatif au seuil de 5%. *, **, ***: Significatif au seuil de 5%, 1%, 0,1%. Les valeurs d'une même ligne suivies par une même lettre ne sont pas significativement différentes

Effect of grafting technique on the percentage of take and the percentage of infection (see Tab. 2 for abbreviations). NS: No significance at 5%. *, **, ***: Indicates a 5%, 1%, 0.1% significance level. Numbers of the same line followed by the same letter are not significantly different

	Moyenne B	Moyenne VNE	Moyenne VE	Effet greff	Interaction greff X pos	Interaction greff X var
Rep1	46,6	32,7	18,2	***	***	*
Rep2	68,7	49,6	34,9	***	***	***
Inf4mIP	91,2a	61,2b	51,1b	*	NS	NS
Inf5mIP	93,1a	70,4b	51,1b	**	NS	NS
Inf1anIP	98,6	90,8	88,9	NS	NS	NS
Inf4mT	91,4	51,1	44,6	***	*	NS
Inf5mT	92,5	58,4	44,6	***	***	NS
Inf1anT	97,7	78,6	72,6	***	**	NS

l'inoculum (Tab. 4), nous concluons à un effet hautement significatif du facteur mode de greffage sur le taux de reprise quand I=PG alors qu'il est non significatif lorsque I=G. Il est donc difficile de conclure à un effet global de ce facteur sur le taux de réussite au greffage.

- dans le cas de l'interaction mode de greffage x variété, deux variétés sont en cause. Pour Rep1, l'inter-action n'est plus significative si la variété 1 (140 Ruggeri) est éliminée de l'essai, pour Rep2, si les variétés 1 et 12 (*Ampelopsis brevipedunculata*) le sont. En effet, le greffage sur bois a été beaucoup moins bon pour ces variétés que le greffage en vert.

En ce qui concerne le taux d'infection, la supériorité du greffage sur bois par rapport au greffage en vert est renforcée si nous considérons les greffes exploitables car

pour le greffage sur bois, les valeurs restent sensiblement identiques alors que pour le greffage en vert, le fait de considérer les pieds IM diminue notablement les taux d'infection obtenus (Fig. 2). Ceci permet d'expliquer que le mode de greffage ait toujours un effet significatif après 1 an, et qu'il existe une interaction significative entre le mode de greffage et la position de l'inoculum (Tab. 3).

Tableau 4

Effet du mode de greffage sur le taux de reprise selon la position de l'inoculum. Abréviations voir Tab. 2

Effect of grafting technique on the percentage of take according to the inoculum position. Abbreviations see Tab. 2

		Moyenne B	Moyenne VNE	Moyenne VE	Effet greff
I = PG		70,5	33,8	8,3	***
I = G	Rep1	22,6	31,6	28,1	NS
	Rep2	66,9	65,3	61,5	NS

Tableau 5

Effet de la position de l'inoculum sur le taux de reprise et sur le taux d'infection. Abréviations voir Tab. 2

Effect of inoculum position on the percentage of take and the percentage of infection. Abbreviations see Tab. 2

	Moyenne IPG	Moyenne IG	Effet pos	Interaction greff X pos	Interaction pos X var
Rep1	37,5	27,4	*	***	NS
Rep2	37,5	64,6	***	***	***
Inf4mIP	85,9a	52,5b	***	NS	NS
Inf5mIP	91,2a	55,6b	***	NS	NS
Inf1anIP	99,4a	86,9b	*	NS	NS
Inf4mT	85,9	46,7	***	*	NS
Inf5mT	91,2	47,9	***	***	*
Inf1anT	99,4	71,6	***	**	NS

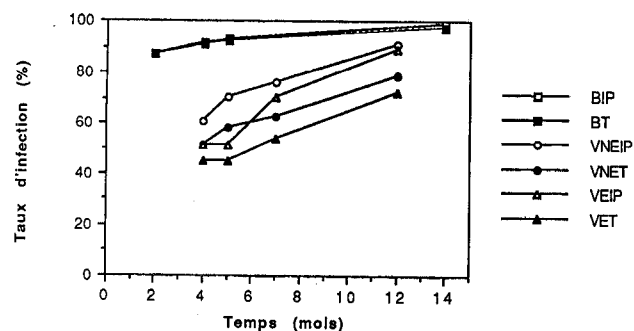


Fig. 2: Evolution du taux d'infection. Abréviations voir Tab. 2
Change of the percentage of infection. Abbreviations see Tab. 2.

En comparant les taux d'infection obtenus sur les pieds IP avec ceux des pieds IM (donc pour les modalités I=G), nous pouvons conclure que, pour obtenir une bonne inoculation, le greffage en vert nécessite un temps de contact entre l'inoculum et la variété à inoculer plus long que le greffage sur bois. En effet, dans le cas du greffage sur bois, les taux d'infection obtenus sur les pieds IM (la mortalité de l'inoculum étant survenue dans les 2 mois) sont équivalents à ceux obtenus sur les pieds IP (Fig. 3). Dans le cas du greffage en vert, les taux d'infection des pieds IM (la mortalité de l'inoculum étant survenue dans les 4 mois), restent toujours inférieurs de moitié à ceux des pieds IP (Fig. 4 et 5).

Effet position de l'inoculum: La position de l'inoculum a un effet hautement significatif sur le taux de reprise ainsi que sur le taux d'infection (Tab. 5).

Toutefois, en ce qui concerne le taux de reprise, il existe une forte interaction entre ce facteur et le mode de greffage

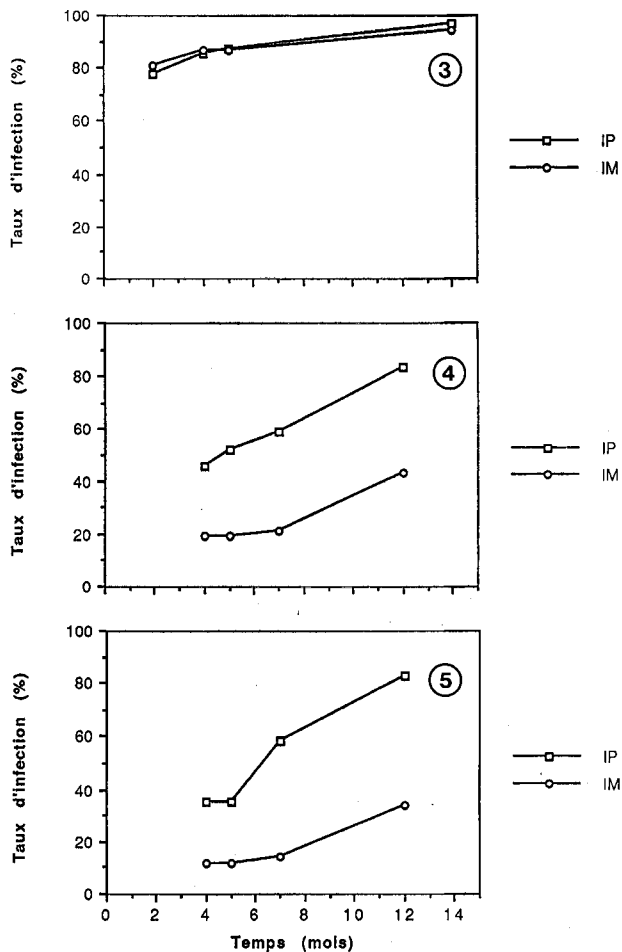


Fig. 3-5: Evolution du taux d'infection. 3 Greffage sur bois, inoculum en position de greffon; 4 Greffage en vert, porte-greffe non enraciné, inoculum en position de greffon; 5 Greffage en vert, porte-greffe enraciné, inoculum en position de greffon. Abréviations voir Tab. 2.

Changes of the percentage of infection. 3 Dormant grafting, inoculum used as the scion; 4 Green grafting, unrooted rootstock, inoculum used as the scion; 5 Green grafting, rooted rootstock, inoculum used as the scion. Abbreviations see Tab. 2.

(cf. Effet mode de greffage). De la même façon, il n'est donc pas possible de conclure à un effet global de la position de l'inoculum sur le taux de reprise au greffage.

Lorsque nous prenons en compte le nombre de greffes exploitables (Rep2), les valeurs observées lorsque I=PG restent inchangées alors que celles observées lorsque I=G sont augmentées, favorisant cette dernière modalité, du moins en ce qui concerne le greffage en vert (Tab. 4). Mais ceci est lié à la définition de notre variable Rep2, et non à un effet position de l'inoculum.

Dans le cas de Rep2, il existe une interaction significative entre la position de l'inoculum et la variété. Cette interaction est due aux variétés 12 (*A. brevipedunculata*), 6 (Irsay Oliver) et 7 (Perle de Csaba).

En ce qui concerne le taux d'infection, de bien meilleurs résultats sont obtenus lorsque I=PG, l'écart restant significatif après 1 an (Tab. 5). La supériorité de cette modalité par rapport à I=G est renforcée lorsque nous prenons en considération les greffes exploitables puisque, comme nous l'avons déjà vu précédemment, les pieds IM

ont un moins bon taux d'infection. Ainsi, l'inoculation est plus efficace lorsque I=PG.

Effet variété: Les variétés ont une aptitude au greffage significativement différente (Tab. 6). Aucune greffe n'a été obtenue pour la variété 12 (*A. brevipedunculata*). Cette incompatibilité s'explique aisément par son appartenance à un autre genre que *Vitis*. Même si cette variété est éliminée de l'analyse, l'effet variété reste significatif vis-à-vis du taux de reprise.

A. brevipedunculata et 140 Ruggeri sont responsables des interactions qui existent entre la variété et le mode de greffage, et *A. brevipedunculata*, Irsay Oliver et Perle de Csaba entre la variété et la position de l'inoculum.

Dans le cas du taux d'infection, un effet variété n'apparaît qu'au bout de 5 mois.

Discussion

Les meilleurs taux d'infection sont obtenus d'une part lorsque l'inoculum est en position de porte-greffe, et d'autre part lorsque le greffage sur bois est le mode de greffage utilisé. Toutefois, les taux d'infection obtenus par greffage en vert après un an ne sont plus significativement différents de ceux obtenus par greffage sur bois (Tab. 3, Fig. 2).

Toutes les variétés n'aboutissent pas à des taux d'infection équivalents puisque ceux-ci deviennent significativement différents au bout de 5 mois (Tab. 6). Deux conclusions sont alors possibles: soit les variétés ont des aptitudes différentes à s'opposer ou retarder la multiplication du virus, soit c'est leur aptitude différente au greffage qui permet une soudure plus ou moins bonne et donc une inoculation plus ou moins efficace. La seconde hypothèse semble être la bonne puisque pour toutes les variétés, le virus a été détecté dans au moins une greffe 4 mois seulement après l'inoculation. De même, pour toutes les variétés, le virus n'est détecté dans certains pieds IM qu'au bout d'un an (Fig. 3 à 5). Ce retard de la multiplication du virus n'est pas lié à une résistance génétique plus ou moins forte de la plante mais plutôt à son état physiologique. En effet, de $t_0 + 4$ mois à $t_0 + 7$ mois pour la greffe en vert (novembre à février) et de $t_0 + 3$ mois à $t_0 + 5$ mois pour la greffe sur bois (août à octobre), les plantes étaient en phase de croissance ralentie ce qui n'a pas permis une multiplication importante du virus. Par contre, l'arrivée du printemps pour la greffe en vert et la remise en végétation pour la greffe sur bois, en permettant une croissance dynamique des plantes, favorisent la multiplication virale.

En ce qui concerne le taux de reprise, lorsque l'inoculum se trouve en position de porte-greffe, le greffage sur bois est nettement supérieur au greffage en vert, alors que si l'inoculum se trouve en position de greffon, tous les modes de greffage sont équivalents (Tab. 4). Le fait que, dans ce dernier cas, le greffage sur bois perde sa supériorité n'est pas lié à la position de l'inoculum mais au système de greffage utilisé. Il semble en effet que la greffe par incrustation ait un moins bon taux de réussite que la greffe omega.

Tableau 6

Effet variétal sur le taux de reprise et le taux d'infection. 1 à 15: Variété n°1 à n°15. Abréviations voir Tab. 2

Effect of variety on the percentage of infection. 1 to 15: Variety nos 1 to 15. Abbreviations see Tab. 2

	Moy 1	Moy 2	Moy 3	Moy 4	Moy 5	Moy 6	Moy 7	Moy 8	Moy 9	Moy 10	Moy 11	Moy 12	Moy 13	Moy 14	Moy 15	Effet var	Interaction pos X var	Interaction greff X var
Rep1	29,5	41,3	40,2	25,6	30,1	28,7	25,6	41,2	27,4	22,9	41,4	0,0	47,9	41,3	44,0	***	NS	*
Rep2	49,3	60,3	54,3	46,7	49,6	38,7	28,9	62,8	45,2	47,0	67,0	30,0	63,5	57,4	65,4	***	***	***
Inf4mIP	60,3	69,6	85,7	62,5	64,3	56,0	87,5	65,3	48,4	73,3	51,6	-	90,3	80,9	57,3	NS	NS	NS
Inf5mIP	65,3ab	69,6ab	85,7ab	62,5ab	64,3ab	70,0ab	87,5ab	69,4ab	48,4b	76,7ab	51,6ab	-	97,2ab	100,0a	57,3ab	*	NS	NS
Inf1anIP	100,0a	75,8ab	100,0a	62,5b	100,0a	90,0ab	100,0a	100,0a	70,7ab	100,0a	100,0a	-	100,0a	100,0a	96,9a	*	NS	NS
Inf4mT	70,3	65,5	75,0	50,9	46,8	63,3	87,5	67,2	48,6	60,8	54,2	0,0	80,3	81,5	64,7	NS	NS	NS
Inf5mT	74,4	65,5	75,0	50,9	46,8	70,0	87,5	69,0	48,6	64,2	54,2	0,0	85,5	100,0	64,7	***	*	NS
Inf1anT	90,0	71,4	87,0	50,9	80,7	86,7	100,0	96,2	66,0	83,3	95,9	0,0	92,1	100,0	95,3	***	NS	NS

Tableau 7

Indice d'efficacité calculé à $t_0 + 5$ mois. Abréviations voir Tab. 2Efficiency calculated at $t_0 + 5$ months. Abbreviations see Tab. 2

	GREFFAGE SUR BOIS		GREFFAGE EN VERT			
	I=PG	I=G	PG NE		PG E	
			I=PG	I=G	I=PG	I=G
Taux de réussite	70,5	22,6	33,8	31,6	8,3	28,1
Taux d'infection 1	97,1	87,5	90,3	51,9	80,9	35,1
Efficacité 1	68,5	19,8	30,5	16,4	6,7	9,9
% greffes exploitables	70,5	66,9	33,8	65,3	8,3	61,5
Taux d'infection 2	97,1	88,0	90,3	30,7	80,9	26,4
Efficacité 2	68,5	58,9	30,5	20,0	6,7	16,2

Toutes les variétés ne se comportent néanmoins pas de la même façon. Ainsi, les variétés 1 (140 Ruggeri) et 12 (*A. brevipedunculata*) ont donné de moins bons résultats avec le greffage sur bois qu'avec le greffage en vert. Deux explications sont possibles: soit ce sont des vignes qui réagissent mal au greffage sur bois, soit leur bois se conserve mal. De même, les variétés 12 (*A. brevipedunculata*), 6 (Irsay Oliver) et 7 (Perle de Csaba) présentent une aptitude au bouturage par rapport au greffage différente de celle des autres variétés. En effet, la première a tendance à se bouturer beaucoup mieux qu'elle ne se greffe, et les deux autres présentent des aptitudes équivalentes.

Ainsi, en considérant à la fois les deux critères taux de reprise et taux d'infection, nous pouvons conclure que la méthode d'inoculation la plus efficace consiste à effectuer une greffe omega sur bois avec l'inoculum en position de porte-greffe (Tab. 7). Mais ce greffage nécessite d'avoir du bois et ne peut donc être effectué qu'à une certaine période de l'année.

L'avantage de la greffe en vert réside dans le fait qu'elle est utilisable tout au long de l'année. Les meilleurs taux d'infection sont alors obtenus dans tous les cas avec l'inoculum en position de porte-greffe. En ce qui concerne le taux de reprise, toutes les modalités du greffage en vert sont équivalentes sauf lorsque l'inoculum-porte-greffe est préalablement enraciné (Tab. 7). Ces valeurs du taux de reprise sont deux fois plus faibles que celles obtenues avec la meilleure modalité du greffage sur bois.

Si pour des raisons de disponibilité d'inoculum, ce dernier devait être en position de greffon, il est préférable de prendre en compte les greffes exploitables car le plus grand nombre de pieds compense le moins bon taux d'infection. Toutefois, l'indice d'efficacité reste quand même inférieur à celui obtenu lorsque l'inoculum se trouve en position de porte-greffe, ce dernier n'étant pas préalablement enraciné (Tab. 7). La transmission virale s'avère être bien meilleure dans ce dernier cas. Le mouvement ascendant du virus semble donc plus rapide que son mouvement descendant, ce qui peut s'expliquer par des échanges plus importants du porte-greffe vers le greffon, et ce d'autant plus que la pousse du porte-greffe-inoculum est coupée, afin de permettre la croissance du greffon.

En conclusion, dans la mesure où l'inoculation à l'aide du vecteur naturel ainsi que l'inoculation mécanique d'un virus à la vigne ne sont pas applicables à grande échelle, la greffe-bouture herbacée avec l'inoculum en position de

porte-greffe semble être tout à fait adaptée à la recherche de génotypes résistants en permettant l'inoculation d'un grand nombre de variétés.

Etant donné les avantages que présente la greffe en vert en ce qui concerne la surface nécessaire à sa réalisation et sa vitesse de manipulation, son plus faible taux de reprise par rapport à la greffe sur bois peut être compensé par un plus grand nombre de greffes réalisées au départ.

Remerciements

Nous remercions P. BASS pour ses conseils techniques, ainsi que A. BOUQUET et C. GREIF pour leur lecture critique de l'article.

Références bibliographiques

- BASS, P.; VUITTENEZ, A.; 1979: Méthodes d'inoculation virale par hétérogreffage entre plantes hôtes herbacées et ligneuses en culture aseptique *in vitro*. Application à la transmission de souches définies de népovirus de *C. quinoa* à la vigne *Vitis* ssp. Ann. Phytopathol. **11**, 565-567.
- ; DUMONT, A.; GREIF, C.; WALTER, B.; 1993: Détection des cannelures du tronc de la vigne par indexage en vert (greffe-bouture herbacée). Agronomie **13**, 519-526.
- BRÜCKBAUER, H.; RÜDEL, M.; 1961: Untersuchungen über die Viruskrankheiten der Rebe. II. Mechanische Übertragung der Reiskrankheit auf krautige Testpflanzen. Wein-Wiss. **16**, 113-134.
- MARTELLI, G. P.; HEWITT, W. B.; 1963: Comparative studies on some Italian and Californian virus diseases of grapevine. Phytopathol. Medit. **2**, 275-284.
- MARTIN, C.; VERNOY, R.; CARRE, M.; VESSELLE, G.; COLLAS, A.; BOUGEREY, C.; 1987: Vignes et techniques de culture «in vitro». Quelques résultats d'une collaboration entre recherche publique et entreprise privée. Bull. O.I.V. **60**, 447-458.
- NEGRUL, A. M.; 1938: Evolution of cultivated forms of grapes. [Russ.] Dokl. Akad. Nauk. SSSR XVIII, **8**, 585-588.
- NYSTERAKIS, M. F.; 1947: Sur quelques tentatives de communiquer à des vignes saines l'agent pathogène du court-noué contagieux. Bull. O.I.V. **20**, 9-13.
- SAS Institute Inc.; 1988: SAS Technical Report P-179, Additional SAS/STAT Procedures, Release 6.03. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- TAYLOR, R. H.; HEWITT, W. B.; 1964: Properties and serological relationships of Australian and Californian soil-borne viruses of the grapevine and arabis mosaic virus. Austral. J. Agricult. Res. **15**, 571-585.
- WALTER, B.; VUITTENEZ, A.; KUSZALA, J.; STOCKY, G.; BURCKARD, J.; VAN REGENMORTEL, M. H. V.; 1984: Détection sérologique des virus du court-noué de la vigne par le test ELISA. Agronomie **4**, 6, 527-534.
- ; BASS, P.; LEGIN, R.; MARTIN, C.; VERNOY, R.; COLLAS, A.; VESSELLE, G.; 1990: The use of a green-grafting technique for the detection of virus-like diseases of the grapevine. J. Phytopathol. **128**, 137-145.

Reçu le 6 Avril 1995