

Comparaison des performances racinaires de dix porte-greffe des agrumes en Turquie sur sol argilo-limoneux.

Ö. TUZCU, J.G. HUGUET et M. KAPLANKIRAN*

COMPARAISON DES PERFORMANCES RACINAIRES
DE DIX PORTE-GREFFE DES AGRUMES
EN TURQUIE SUR SOL ARGILO-LIMONEUX
Ö. TUZCU, J.G. HUGUET et M. KAPLANKIRAN

Fruits, nov. 1981, vol. 36, n° 11, p. 711-718.

RESUME - L'objet de cette étude était de comparer les systèmes racinaires de dix porte-greffe des agrumes, non greffés, âgés de cinq ans et installés sur un sol argilo-calcaire profond, dans la plaine d'Adana, sur la côte sud-est de la Turquie.

Les systèmes racinaires ont été relevés par la méthode de la tranchée en forme de spirale logarithmique, leurs performances sont décrites par un certain nombre de critères : densité moyenne, indice de système absorbant, indice d'ancrage ..., qui sont en corrélation positive avec la vigueur du système aérien. Le niveau de ces indices permet d'expliquer ou de prévoir l'adaptation de ces porte-greffe à des milieux différents. Les porte-greffe les plus vigoureux ont été : Macrophylla, Volkameriana et Yuzu tandis que, dans les conditions de cette expérience, les plus faibles ont été : Citrumelo 1452 et Poncirus.

INTRODUCTION

S'il est courant de constater que les performances d'un arbre fruitier dépendent, pour une grande part, du porte-greffe choisi, il n'est pas toujours facile de relier les propriétés d'une association aux caractéristiques propres à un porte-greffe. Comme le porte-greffe est l'intermédiaire obligatoire entre le sol et le cultivar, il semble légitime d'essayer d'abord d'étudier les caractéristiques racinaires de porte-greffe non greffés, dans l'espoir que certaines de ces propriétés se maintiennent dans les associations cultivées. S'il existe de telles potentialités permanentes du système

racinaire de chaque porte-greffe, il serait alors possible de les estimer et de les comparer afin de déterminer les aptitudes propres à chacun d'entre eux ; cette connaissance faciliterait la tâche du sélectionneur mais également celle du praticien pour le choix d'un porte-greffe bien adapté à des conditions culturelles particulières.

L'objectif de ce travail a été de comparer, dans une même situation pédo-climatique, les systèmes racinaires de dix porte-greffe des agrumes, sans que la greffe d'un système aérien génétiquement différent puisse perturber l'expression des potentialités intrinsèques de chacun.

* - Ö.TUZCU et M. KAPLANKIRAN - Département d'Horticulture, Faculté d'Agriculture, Université de ÇUKUROVA, ADANA, Turquie.
J.G. HUGUET - Station d'Agronomie - INRA - Domaine Saint Paul, 84140 MONTFAVET

MATERIEL ET METHODES

L'essai était situé dans la parcelle d'expérimentation du Département d'Horticulture de l'Université de Çukurova, à proximité de la ville d'Adana, sur la côte méditerranéenne sud-est de la Turquie. Il s'agit d'une plaine côtière alluviale de climat subtropical, où prospèrent principalement le coton, le blé, les cultures maraîchères et les agrumes. La parcelle de l'essai correspond à un sol profond, de texture lourde, argilo-limoneuse, à réaction alcaline (pH 8 à 8.4, contenant 4 p. 100 de calcaire).

L'essai a porté sur dix porte-greffe différents : *Macrophylla* (*Citrus macrophylla* WESTER), *Volkameriana* (*Citrus volkameriana* (PASQ.)), *Yuzu* (*Citrus junos* SIEB. ex TAN.), *Taiwanica* (*Citrus taiwanica* TAN. et SHIM.), *Bigaradiers* «Brésil» et «Commun» (*Citrus aurantium* L.), *Poncirus* [*Poncirus trifoliata* (L.) RAF.], *Citranges* «Carrizo» et «Savage» [*Poncirus trifoliata* (L.) RAF. x *Citrus sinensis* (L.) OSBECK] et *Citrumelo* 1452 (*Poncirus trifoliata* (L.) RAF. x *Citrus paradisi* MACF.).

La plantation était au carré, à 3,50 m d'écartement, avec irrigation par rigoles parallèles à 80 cm de part et d'autre de la ligne d'arbres. Le sol, enherbé en hiver, était travaillé l'été avec un pulvérisateur à disques. Au moment de l'examen des systèmes racinaires, les arbres étaient dans leur cinquième année.

Les systèmes racinaires ont été examinés par la méthode de tranchée en forme de spirale logarithmique (HUGUET, 1973, 1976), les données traitées par un programme automatique, complémentaire de la méthode d'observation. Sept porte-greffe ont été décrits par l'examen des systèmes racinaires de deux répétitions pour chaque variété ; trois autres porte-greffe ont été étudiés sur un seul individu.

RESULTATS

Le principe de la méthode d'étude des racines par tranchée spirale est d'enregistrer un maximum de données objectives décrivant le système racinaire à distance variable par rapport au tronc, sans risquer de tuer l'arbre et avec un minimum de terrassement. Les données brutes de terrain sont remaniées et traitées de façon à décrire statistiquement et synthétiquement le type d'enracinement.

Si l'objectif de cet essai est de comparer dix types de porte-greffe, nous commencerons cependant par détailler, sur l'exemple d'un seul porte-greffe, la méthodologie de description du système racinaire afin de bien définir la signification des variables utilisées par la suite dans les comparaisons.

Présentation des variables descriptives à partir du cas particulier de Yuzu (*Citrus junos* SIEB. ex TAN.).

Ce porte-greffe a été choisi comme exemple pour de simples raisons pédagogiques, son cas illustrant bien l'ensemble de la démarche descriptive.

D'une façon générale, quand l'étude porte sur plus d'un individu, les valeurs descriptives correspondent à la moyenne des valeurs individuelles ou à l'étude globale de l'ensemble correspondant au même porte-greffe.

● Parties aériennes.

La vigueur des parties aériennes est jugée à travers deux paramètres : le diamètre du tronc (Yuzu : 10,5 cm) et le rayon de la couronne (Yuzu : 90 cm).

● Système racinaire.

La technique utilisée conduit à noter les caractéristiques du système racinaire sur toute la surface des deux parois verticales de la tranchée d'étude. La surface élémentaire de notation est un carré de 10 cm de côté, à l'intérieur duquel sont notés :

- le nombre total de sections de racines qui représente pratiquement les petites racines (diamètre < 1 mm), puisque le nombre de grosses racines est négligeable par rapport à ce total ;
- le nombre et les diamètres respectifs des grosses racines (diamètre \geq 1 mm).

Les données brutes sont regroupées en classes de calcul, correspondant à une plus grande surface de paroi (800 à 1600 cm²), puis traitées par le programme de calcul automatique, qui fournit ensuite un certain nombre de valeurs décrivant le système racinaire étudié.

Courbes de répartition racinaire.

Système absorbant - Le système absorbant est représenté par le nombre total de sections de racines observées par classe.

Pour chaque horizon et pour l'ensemble de toutes les observations relatives à un porte-greffe, il est procédé à un ajustement polynomial entre le nombre de racines par classe et la distance de cette classe par rapport au tronc. Cet ajustement linéaire ou curviligne est retenu si le carré du coefficient de corrélation est supérieur ou égal à 0,5, donc si la liaison explique au moins 50 p. 100 de la variabilité observée. L'ajustement est exploré jusqu'au troisième degré, mais le passage au degré supérieur n'est retenu que lorsque la variabilité expliquée est sensiblement augmentée (10 p. 100).

Il est ainsi possible de représenter graphiquement les fonctions polynomiales retenues (figure 1). Dans ces graphiques, nous avons adopté la convention de tracer une ligne d'ordonnée égale à la moyenne du nombre de racines par classe lorsque l'ajustement décrivait moins de 50 p. 100 de la variabilité, autrement dit, quand il n'y avait pas de liaison nette entre la densité racinaire et la distance du tronc.

Charpente racinaire - Nous appelons charpente racinaire l'ensemble des racines de diamètre égal ou supérieur à 1 mm. Dans le recueil des données sur le terrain, les diamètres de toutes les «grosses racines» ont été notés dans chaque maille. Par le calcul, ces données sont transformées en surfa-

ce de section de racines, et la somme de ces surfaces est représentative de l'importance de la charpente racinaire pour la classe considérée. Par la méthode de calcul déjà décrite, nous arrivons à la représentation graphique des variations de la charpente racinaire en fonction de la distance (figure 1).

Indices globaux.

Pour chaque porte-greffe, nous avons le nombre total de sections de racines observées sur les parois des tranchées d'observation ; si l'on ramène ce nombre à l'unité de surface, il apparaît un indice global donnant une image de la

Fig. 1 • Courbes de répartition racinaire en fonction de la distance du tronc.

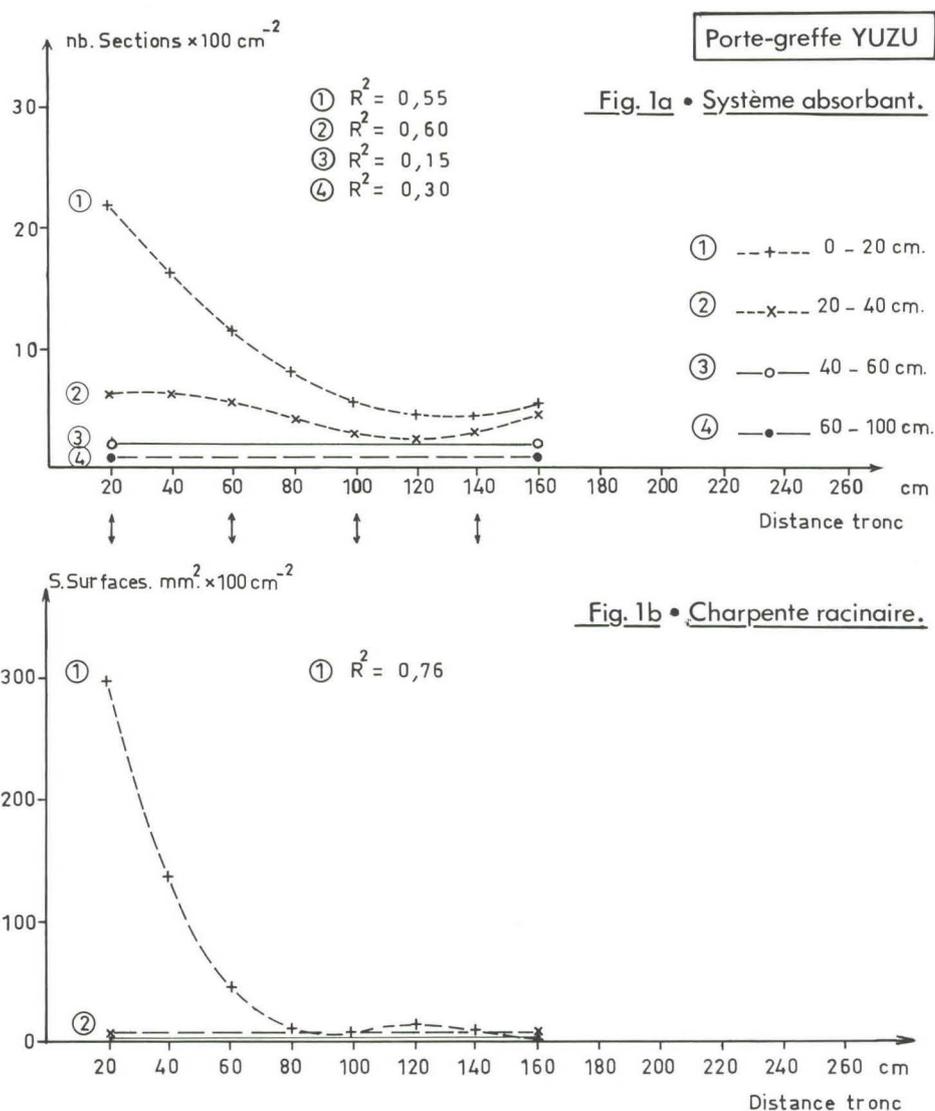
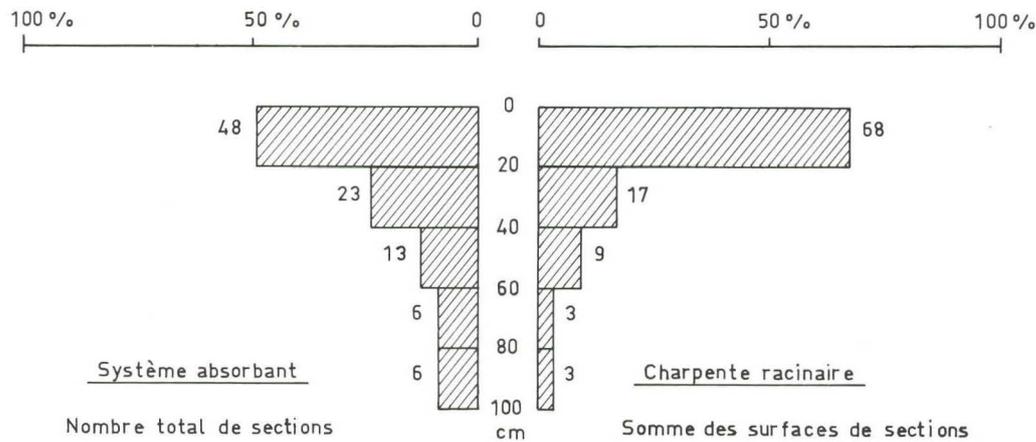


Fig. 2 • Porte-greffe YUZU. Intensité de l'exploration des différents horizons.
P. cent du total de racines.



densité moyenne du système racinaire considéré.

Nombre moyen de sections de racines par m^2 de paroi verticale : $314/m^2$: Yuzu.

Pour la charpente racinaire, nous calculons l'indice moyen d'ancrage en faisant la moyenne des indices d'ancrage (HUGUET, 1973) calculés pour chaque paroi. Cet indice, qui a les dimensions d'une somme de volumes, est en corrélation positive avec le nombre, la dimension, la profondeur et l'éloignement du tronc des «grosses racines».

Indice moyen d'ancrage : 80 litres : Yuzu.

Il est possible de représenter l'exploration relative de chaque horizon, tant pour le nombre total de racines observées que pour la charpente racinaire : la figure 2 donne ce profil d'exploitation pour Yuzu.

Ce profil montre l'importance relative des horizons de surface et le caractère essentiel de l'horizon le plus superficiel (0-20 cm).

Comparaison de dix porte-greffe.

• Réduction des courbes d'enracinement en indices.

Il est bien évident qu'il n'est pas possible de représenter pour chaque porte-greffe les graphiques de la figure 1, pour des raisons d'encombrement mais également de clarté dans la présentation de l'information. En effet, il faut, sur une seule page, tenter de présenter l'essentiel de l'information contenue dans l'ensemble de ces graphiques, avec le souci de faciliter les comparaisons (tableau 1).

Dans ce but, nous avons décidé de traduire chacune de ces courbes par 4 indices représentant la valeur arrondie de la variable considérée, pour 4 distances par rapport au tronc : 20 cm, 60 cm, 100 cm et 140 cm. De plus, nous avons choisi de réduire à 2 le nombre d'horizons considérés en présentant les indices du sol (0-20 cm) puis la moyenne des indices des deux horizons suivants pour représenter le sous-sol (20-60 cm). Ainsi, pour *Citrus junos*, les 4 indices «sol» (système absorbant) : 22, 11, 6, 4, sont respectivement les ordonnées arrondies pour les abscisses : 20, 60, 100, 140 cm. La somme de ces quatre indices (43) représente l'indice partiel «sol», image de l'intensité d'exploration racinaire dans cet horizon. Le procédé est le même pour le sous-sol, la somme de l'indice partiel «sol» et de l'indice partiel «sous-sol» (14) représente l'indice total système absorbant (57). Le raisonnement est analogue pour la charpente racinaire, avec seulement un changement d'unité afin d'obtenir un indice à deux chiffres.

• Classification des porte-greffe et indice global.

Pour chacune des variables mesurées ou calculées, il est possible d'établir une classification décroissante des différents porte-greffe. Le tableau 2 indique ces classifications relatives pour les six variables retenues ; en haut de chaque colonne, figure le porte-greffe dont la performance est la meilleure pour la variable considérée auquel il semblerait naturel d'attribuer la note maximum, 10, si au lieu d'indiquer la valeur exacte de la variable ce tableau était refait avec une note relative proportionnelle à la performance et choisie entre 1 et 10.

Si l'on décide, par convention, que dans une colonne la

TABLEAU 1 - Comparaison des indices d'enracinement.

distance du tronc	Système absorbant (nombre total de racines/ 100 cm ²)									Charpente racinaire somme des surfaces de sections ($\rho \geq 1$ mm) : mm ² /10 cm ²								
	sol				sous-sol				total	sol				sous-sol				total
	20	60	100	140	20	60	100	140		20	60	100	140	20	60	100	140	
Bigaradier du Brésil * B.B.	5	3	3	3	2	1	1	1	19	40	8	0	2	20	4	0	1	75
Bigaradier commun B.C.	12	10	5	3	2	2	2	2	38	2	2	2	2	1	1	1	1	12
Citranger Carrizo* C.C.	5	5	5	5	2	2	2	2	28	12	3	1	1	3	3	3	3	29
Citranger Savage C.S.	5	5	5	5	3	3	3	3	32	9	2	0	0	1	1	1	1	15
Citrumelo 1452 C.O.	6	6	6	6	2	2	2	2	32	9	4	1	0	1	1	1	1	18
Yuzu Y.Z.	22	11	6	4	4	4	3	3	57	30	5	1	1	1	1	1	1	41
Macrophylla M.P.	9	12	11	8	4	4	4	3	55	18	6	0	0	1	1	1	1	28
Taiwanica * T.W.	7	7	7	7	2	2	2	2	36	40	6	1	1	1	1	1	1	52
Volkameriana V.K.	7	7	7	7	2	2	2	2	36	27	8	1	0	4	4	4	4	52
Poncirus P.C.	5	5	5	5	2	2	2	2	28	4	0	0	0	0	0	0	0	4

Sol : 0-20 cm - Sous-sol . 20-60 cm - * : un seul profil racinaire pour ces porte-greffe

TABLEAU 2 - Classification des porte-greffe (les abréviations désignant les porte-greffe sont définies au tableau 1)

parties aériennes				systèmes racinaires							
diamètre du tronc (cm)		rayon couronne (cm)		nombre moyen racines/m ²		indice système absorbant racines/100 cm ²		indice charpente S. surfaces mm ² /10 cm ²		indice d'ancrage 1	
PG	Indice	PG	Indice	PG	Indice	PG	Indice	PG	Indice	PG	Indice
M.P.	15	M.P.	200	M.P.	338	Y.Z.	57	B.B.	75	M.P.	144
V.K.	15	V.K.	190	Y.Z.	314	M.P.	55	V.K.	52	V.K.	83
Y.Z.	10,5	C.S.	125	C.S.	263	B.C.	38	T.W.	52	Y.Z.	80
T.W.	10	B.C.	100	V.K.	256	V.K.	36	Y.Z.	41	C.C.	59
C.C.	10	T.W.	100	B.C.	234	T.W.	36	C.C.	29	B.B.	54
B.B.	10	C.C.	100	T.W.	221	C.S.	32	M.P.	28	C.S.	44
C.S.	9,5	C.O.	100	C.C.	213	C.O.	32	C.O.	18	B.C.	40
B.C.	9	B.B.	100	C.O.	204	C.C.	28	C.S.	15	T.W.	32
C.O.	9	Y.Z.	90	P.C.	199	P.C.	28	B.C.	12	C.O.	31
P.C.	5	P.C.	65	B.B.	96	B.B.	19	P.C.	4	P.C.	20

TABLEAU 3 - Bilan des notes relatives et indice global

	diamètre du tronc	rayon couronne	nombre racines /m ²	système absorbant	charpente	indice d'ancrage	indice global
Bigaradier du Brésil *	6	5	1	1	10	6	29
Bigaradier commun	2.5	5	6	8	2	4	27.5
Citrange Carrizo *	6	5	4	2,5	6	7	30,5
Citrange Savage	4	8	8	4.5	3	5	32.5
Citrumelo 1452	2.5	5	3	4.5	4	2	21
Yuzu	8	2	9	10	7	8	44
Macrophylla *	9.5	10	10	9	5	10	53.5
Taiwanica	6	5	5	6.5	8.5	3	34
Vilkameriana	9.5	9	7	6.5	8.5	9	49.5
Poncirus	1	1	2	2,5	1	1	8,5

* - un seul profil racinaire pour ces porte-greffe

$$\begin{aligned} & n=10 \\ \text{somme des notes doit être de : } & 55 = \sum n \\ & n=1 \end{aligned}$$

et que deux porte-greffe ex aequo doivent avoir la même note, il serait possible de refaire le tableau 2 avec ces notes qui remplaceraient les performances réelles.

Mais, pour tirer davantage d'informations de cette nouvelle présentation, il vaut mieux laisser les porte-greffe dans l'ordre alphabétique et mettre, pour chaque variable, la note relative que le porte-greffe considéré a obtenue pour cette variable ; la somme de ces notes relatives constitue un **indice global** qui tient compte de l'ensemble des performances (tableau 3).

- Corrélation entre les variables descriptives prises deux à deux.

Chaque porte-greffe est décrit par 6 variables (tableau 2) auxquelles il faut ajouter l'indice global qui devient la septième variable descriptive. Le tableau 4 indique l'ensemble des coefficients de corrélation, significatifs, décrivant la liaison des variables prise deux à deux pour la population des dix porte-greffe.

Il apparaît que le diamètre du tronc et le rayon de la couronne sont très fortement corrélés, donc que la vigueur des parties aériennes est bien décrite par l'un ou l'autre de ces paramètres.

Mais le plus fort coefficient de corrélation relie l'indice global au diamètre du tronc, donc à la vigueur des parties aériennes, ce qui paraît assez intéressant car si l'indice global est dépendant pour 1/3 des indices aériens, il dépend pour le reste des variables racinaires. Les variables descriptives du système racinaire (à l'exception de l'indice de charpente) sont chacune en corrélation significative et positive avec la vigueur aérienne, leur combinaison dans l'indice global est en corrélation hautement significative :

les variations de l'ensemble des propriétés du système racinaire «expliquent» dont très significativement les variations de vigueur du système aérien.

Seul l'indice de charpente racinaire n'est en corrélation avec aucune autre variable : il paraît donc indépendant, n'apporte aucune explication et pourra être abandonné en tant que descripteur.

- Comparaison de l'intensité de l'exploitation des différents horizons.

L'intensité de l'exploitation des différents horizons a été présentée sous forme d'un diagramme (figure 2) pour Yuzu mais il est préférable pour l'ensemble des porte-greffe, de présenter cette exploitation relative sous forme d'un tableau général (tableau 5).

DISCUSSION, CONCLUSION

Toute comparaison objective nécessite une classification, simple lorsqu'il n'existe qu'un critère d'appréciation mais terriblement complexe et relative quand les critères sont nombreux et qu'il est difficile de percevoir les interactions des facteurs que ces critères sont sensés représenter.

De plus, la comparaison est totalement dépendante des conditions dans lesquelles elle a été réalisée. Dans notre cas, les conditions de l'expérience (nature du sol, climat, technique culturale), imposent les mêmes contraintes à tous les porte-greffe mais les réactions de ceux-ci ne sont certainement pas homogènes, il faut alors une grande prudence dans l'interprétation des résultats.

Ainsi, l'interprétation de l'indice global indique que Poncirus paraît, de loin, le moins «performant» des porte-greffe dans les conditions de l'expérience. Mais il paraît admis que ce porte-greffe supporte mal ou très mal les terrains calcaires et l'alcalinité ; dans ces conditions, ses

TABLEAU 4 - Tableau de corrélation entre les variables descriptives.

		1	2	3	4	5	6	7
diamètre du tronc	1	1						
rayon de la couronne	2	0.922**	1					
nombre de racines/m ²	3			1				
indice système absorbant	4			0,896**	1			
indice charpente racinaire	5					1		
indice d'ancrage	6	0.845**	0.805**	0.633*	0.692*		1	
indice global	7	0.942**	0.810**	0.638*	0.717*		0.859*	1

* - significatif au seuil de 5 p. 100

** - significatif au seuil de 1 p. 100

TABLEAU 5 - Intensité d'exploitation des différents horizons
(exprimée en p. 100 du total de racines rencontrées)

		profondeur (en cm)			
		0-20	20-40	40-60	60-100
Bigaradier du Brésil	T	51	20	19	10
	G	63	27	9	1
Bigaradier commun	T	51	16	13	20
	G	68	20	9	2
Citrange Carrizo	T	51	22	14	13
	G	38	57	4	1
Citrange Savage	T	41	29	18	12
	G	55	32	4,5	8
Citrumelo 1452	T	58	26	13	4
	G	68	24	5	2
Yuzu	T	48	23	13	16
	G	68	17	9	6
Macrophylla	T	47	22	14	17
	G	44	43	10	3
Taiwanica	T	65	16	9	10
	G	79	19	1	1
Volkameriana	T	52	24	12	12
	G	70	22	6	2
Poncirus	T	54	29	11	6
	G	48	34	12	6

T : nombre total de sections de racines «système absorbant»

G : grosses racines (diamètre \geq 1 mm) «charpente racinaire»

contreperformances confirment cette sensibilité mais ne préjugent en rien de ses possibilités dans un autre milieu, car il est estimé par son adaptation aux sols lourds et humides mais acides et par sa résistance aux maladies cryptogamiques, surtout au *Phytophthora citrophthora* LEONIAN.

Au regard de l'indice global, trois porte-greffe (Bigaradier du Brésil, Bigaradier commun et Citrumelo 1452) forment un groupe aux performances modestes. Mais les bigaradiers paraissent reconnus pour leur tendance aux racines pivotantes qui, d'une part, échappent à la méthode d'étude utilisée et, d'autre part, ne constituent pas un avantage déterminant en verger bien irrigué. En fait, pour éviter cet inconvénient, on essaie d'éliminer au repiquage la racine pivotante afin de pousser la plante à donner des racines latérales. Les conditions de l'expérience ne sont pas révélatrices d'éventuelles possibilités d'exploration des réserves hydriques profondes et la méthodologie utilisée ne «voit» pas les racines pivotantes qui auraient pu améliorer leurs indices descriptifs ; toutefois, le tableau 5 montre que le Bigaradier commun a la meilleure exploitation de l'horizon le plus profond. Mais ce porte-greffe est cependant connu pour induire des difficultés dans l'absorption de certains oligo-éléments. Par contre, sa capacité d'exploiter les horizons profonds traduit la possibilité de son système racinaire de supporter un manque d'aération, ce qui peut être mis en parallèle de sa résistance à certaines maladies fongiques. En outre, cette étude nous révèle que la raison de sa mauvaise adaptation aux sols trop légers correspond très certainement à son manque d'aptitude à créer un «chevelu» racinaire largement étendu.

Dans le groupe de tête se trouvent trois porte-greffe (Macrophylla, Volkameriana et Yuzu), parmi lesquels Macrophylla se distingue nettement puisqu'il présente les meilleures performances pour tous les indices significatifs. Dans ce groupe, Yuzu étonne par la divergence apparente entre son diamètre de tronc et la faible dimension de sa couronne alors qu'il possède le système absorbant le meilleur et une bonne exploitation de tous les horizons, propriétés qui se traduisent par une meilleure capacité d'absorption des éléments nutritifs et qui expliquent aussi bien son adaptation très remarquable aux sols lourds et alcalins mais également aux conditions de sécheresse. Quant à Macrophylla et Volkameriana, leurs performances racinaires expliquent aussi leur excellente adaptation aux sols sablonneux et légers.

Enfin, il apparaît un groupe intermédiaire (Taiwanica, Citrange Savage, Citrange Carrizo) parmi lesquels Taiwanica se distingue par un indice d'ancrage particulièrement bas, ce qui conduirait à le déconseiller dans les régions où les coups de vents seraient fréquents.

Si l'on considère la classification globale obtenue dans les conditions pédologiques décrites :

Macrophylla
Volkameriana
Yuzu

Taiwanica
Citrange Savage
Citrange Carrizo

Bigaradier du Brésil
Bigaradier commun
Citrumelo 1452
Poncirus

il est assez remarquable de noter que cette classification conserve leur proximité aux familles génétiques, ce qui semblerait prouver que la méthodologie employée est propre à mettre en évidence les potentialités intrinsèques des différents porte-greffe, dont il faudrait vérifier ensuite la permanence de l'extériorisation dans des associations avec différents cultivars : ce qui constituera un des aspects des études ultérieures.

Il faut garder à l'esprit que l'intérêt d'un porte-greffe résulte d'abord de sa résistance à certaines maladies parasitaires (*Phytophthora*, par exemple), de sa tolérance aux maladies à virus, de la résistance au froid qu'il peut conférer au greffon, et de ses aptitudes à l'égard des rendements et de la qualité des fruits. Mais la connaissance des propriétés du système racinaire d'un porte-greffe permet de comprendre ou de prévoir ses aptitudes à tirer parti de milieux divers. Ainsi, en tenant compte de leurs propriétés spécifiques déjà bien établies, il paraît possible, pour les dix porte-greffe étudiés, de se fier à la classification établie. Si l'on savait bien que Macrophylla et Volkameriana étaient des porte-greffe adaptés aux sols légers on pourrait ajouter, à partir de cette étude, l'observation originale que Yuzu, Taiwanica, Citrange Carrizo, Citrange Savage et Citrumelo 1452 se comportent bien sur les sols lourds et alcalins.

BIBLIOGRAPHIE

HUGUET (J.G.). 1973.

Nouvelle méthode d'étude de l'enracinement des végétaux pérennes à partir d'une tranchée spirale.
Ann. Agron., 24, 707-731.

HUGUET (J.G.). 1976.

Influence d'une irrigation localisée sur l'enracinement de jeunes pommiers.
Ann. Agron., 27, 343-361.