

Influence des porte-greffe sur la composition foliaire du clémentinier et d'autres espèces d'agrumes sous différents climats

J. MARCHAL, P. MARTIN-PREVEL, L. BLONDEL, J. CASSIN et P. LOSSOIS*

INFLUENCE DES PORTE-GREFFE SUR LA COMPOSITION FOLIAIRE DU CLÉMENTINIER ET D'AUTRES ESPÈCES D'AGRUMES SOUS DIFFÉRENTS CLIMATS

J. MARCHAL, P. MARTIN-PREVEL, L. BLONDEL, J. CASSIN et P. LOSSOIS

Fruits, fev. 1974, vol. 29, n°2, p. 131-148.

RESUME - En Corse, pour une même variété d'agrumes, une forte influence des porte-greffe se manifeste sur les niveaux foliaires surtout en azote et en phosphore.

Cependant, chez le clémentinier - le calcul a été fait pour cette variété seulement - le contenu de la feuille en N, P, Mg et même K, est très voisin, que le porte-greffe soit *Poncirus trifoliata* ou bigaradier ; sur citrange Troyer il est plus faible.

A l'inverse, la variété greffée peut aussi avoir un effet prédominant sur celui du porte-greffe.

L'action de quelques porte-greffe sur les teneurs en certains éléments est la même, sous diverses conditions climatiques (tempérées, tropicales, équatoriales) ; ainsi le mandarinier Cléopâtre est très efficace pour absorber Mg, mais beaucoup moins pour P et K.

Des effets des porte-greffe sur la composition foliaire des variétés d'agrumes greffées ont déjà été signalés (1, 4, 6, 7). La présente étude se distingue par :

- la jeunesse des arbres : six ans au maximum, de la plantation à l'époque des prélèvements ;
- leur répartition entre un climat tempéré (Corse : vers la limite septentrionale des agrumes méditerranéens) et divers climats tropicaux à équatoriaux : (Mali, Dahomey, Cameroun, Madagascar, Guadeloupe) ;
- la grande place accordée en Corse au clémentinier, peu étudié antérieurement.

Ces arbres appartiennent à des essais expérimentant le

comportement des différentes combinaisons (variétés-porte-greffe) dans des conditions écologiques diverses. L'analyse de leurs feuilles contribuera à la poursuite de cet objectif. Elle visera aussi à déterminer si les «normes» ou «standards» du diagnostic foliaire doivent différer selon les pays et selon les espèces ou variétés : DE VILLIERS (3) est de cet avis, tandis que SMITH (7) estime ces normes suffisamment larges pour s'adapter aux cas courants, CHAPMAN (2) réserve quant à lui l'éventualité d'adaptations si nécessaire.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Cette étude, limitée aux analyses foliaires, n'est donc qu'une partie d'un travail général en cours.

A la Station de Recherches agrumicoles (INRA - IFAC), trois essais porte-greffe ont été échantillonnés. Leurs sols, sur alluvions anciennes, sont à tendance acide et pauvres en P. assimilable.

* - J. MARCHAL, P. MARTIN-PREVEL et P. LOSSOIS (Institut français de Recherches fruitières Outre-Mer - IFAC, 6, rue du Général Clergerie - 75116 PARIS.
L. BLONDEL et J. CASSIN (Station de Recherches agrumicoles San Giuliano - 20230 SAN NICOLAO.

Communication présentée au Deuxième Congrès international de l'Agrumiculture, Section porte-greffe, à Murcie (Espagne) du 30 avril au 10 mai 1973.

Dans ces essais on étudie, soit le clémentinier seul, soit le clémentinier et l'oranger (Washington Navel, Hamlin) greffés sur 2 à 7 porte-greffe différents. Ceux-ci comprennent toujours le bigaradier et le *Poncirus trifoliata*, puis le citrange Troyer.

Fin novembre - début décembre, on prélève d'une part des feuilles de rameaux non fructifères (NF), d'autre part des feuilles de rameaux fructifères (F) quand ceux-ci existent. Dans les deux cas, il s'agit de rameaux terminaux, à la périphérie de la frondaison, répartis sur tout son pourtour et vers sa mi-hauteur.

Dans les Stations expérimentales de l'IFAC, en zones tropicale et équatoriale, une série d'essais porte-greffe types a été implantée chaque fois que c'était possible. Le citronnier Eureka, le pomelo Marsh, l'oranger Pineapple, le mandarinier Dancy et le limettier mexicain sont greffés sur cinq ou six des porte-greffe suivants : bigaradier, citrange Troyer, citrange Carrizo, mandarinier Cléopâtre, *Citrus taiwanica*, *Citrus macrophylla*, limettier Rangpur, Rough lemon. Les porte-greffe à tester pour chaque variété sont choisis en fonction des affinités connues et des maladies endémiques locales. D'autres combinaisons ont parfois été étudiées, notamment en Guadeloupe où, les essais étant trop jeunes pour être échantillonnés, on a prélevé sur des arbres de collections.

Les prélèvements sont opérés sur la pousse principale de l'année, en principe cinq mois après son démarrage (en fait quatre à six mois), selon les mêmes directives qu'en Corse.

Techniques analytiques :

- colorimétrie automatisée pour N, P, Ca, Mg, B ;
- photométrie de flamme automatisée (émission) pour K ;
- spectrophotométrie d'absorption atomique pour Zn, Cu, Mn, Fe.

Toutes les analyses sont effectuées par un même laboratoire central.

CORSE : CLÉMENTINIER SUR BIGARADIER, CITRANGE TROYER ET *PONCIRUS TRIFOLIATA*

Installé en 1967, cet essai a été échantillonné chaque année depuis 1968.

Composition foliaire.

Les différences sont très nettes : tableau 1, figures 1 a, b, c, d, e.

Sur *P. trifoliata* les feuilles sont largement plus riches en N, P, K et moins riches en Ca et Mg (antagonistes de K) que sur bigaradier. Le citrange Troyer est intermédiaire, se différenciant toutefois peu du *Poncirus* pour P.

Ces effets se maintiennent au cours de cinq années, excepté pour Mg en 1972. Ils s'accroissent même pour N entre 1968 et 1969, au moment où le niveau dans les NF baisse fortement avec la première fructification. Les autres variations entre années paraissent dues aux fluctuations climatiques, se superposant pour P à une diminution régulière avec l'âge des arbres.

La plupart des vergers corses sont encore greffés sur bigaradier, mais avec C. Troyer et *P. trifoliata* on améliore la résistance au froid et, dans certains cas, la qualité des fruits. En revanche, des brûlures foliaires apparemment spécifiques de la Corse (5) se manifestent le plus intensément sur *P. trifoliata* ; le C. Troyer confère lui-même à l'arbre une plus grande sensibilité que le bigaradier. Ces brûlures paraissent liées à une acidification des sols après «démaquillage». Elles s'accompagnent d'une augmentation de N, P, K et d'une diminution de Ca dans les feuilles.

La plus grande aptitude du bigaradier à absorber le calcium, manifestée par l'analyse foliaire, lui permet sans doute d'assurer mieux que les deux autres porte-greffe l'alimentation calcique lorsque le sol s'appauvrit.

Contenu total d'une feuille.

Pour juger si les niveaux élevés de N, P, K sur *P. trifoliata* correspondaient à une accumulation de ces éléments, on a d'abord calculé les masses de matière fraîche et sèche d'une feuille (tableau 2). Dans cet essai, les clémentiniers sur *P. trifoliata* sont beaucoup plus petits que ceux sur bigaradier et surtout sur C. Troyer.

Le poids frais moyen d'une feuille varie fortement d'une année à l'autre, sous l'effet probable des conditions climatiques. Pour chaque porte-greffe, il varie dans le même sens que les teneurs en K et Ca (comparer tableaux 1 et 2). Les

TABLEAU 1 - Corse, SRA : Clémentinier sur trois porte-greffe. Teneurs foliaires (éléments p. cent de matière sèche)

Porte-greffe		Bigaradier					Citrange Troyer					<i>Poncirus trifoliata</i>				
Date	Types de rameaux	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
déc. 1968	NF	3,14	0,127	1,30	6,33	0,383	3,24	0,183	1,54	5,68	0,385	3,31	0,176	1,68	4,91	0,322
déc. 1969	NF	2,63	0,133	1,14	6,34	0,411	2,72	0,162	1,30	5,73	0,439	3,06	0,176	1,60	4,68	0,341
	F	2,44	0,115	1,06	6,45	0,446	2,42	0,139	1,15	5,61	0,461	2,75	0,151	1,46	4,87	0,414
nov. 1970	NF	2,62	0,119	1,32	6,89	0,445	2,78	0,157	1,40	5,91	0,450	3,14	0,161	1,67	5,30	0,369
	F	2,48	0,107	1,27	6,86	0,453	2,62	0,143	1,40	5,77	0,459	2,85	0,143	1,57	5,14	0,413
nov. 1971	NF	2,69	0,117	1,13	6,41	0,423	2,77	0,152	1,16	5,72	0,456	3,05	0,156	1,35	5,03	0,383
	F	2,48	0,100	1,13	5,56	0,410	2,47	0,135	1,13	5,05	0,449	2,79	0,139	1,22	4,63	0,402
nov. 1972	NF	2,64	0,115	1,22	6,47	0,372	2,82	0,145	1,28	5,60	0,418	3,04	0,141	1,42	5,15	0,392
	F	2,25	0,106	0,97	6,24	0,353	2,38	0,135	1,03	5,48	0,403	2,68	0,131	1,16	5,14	0,385

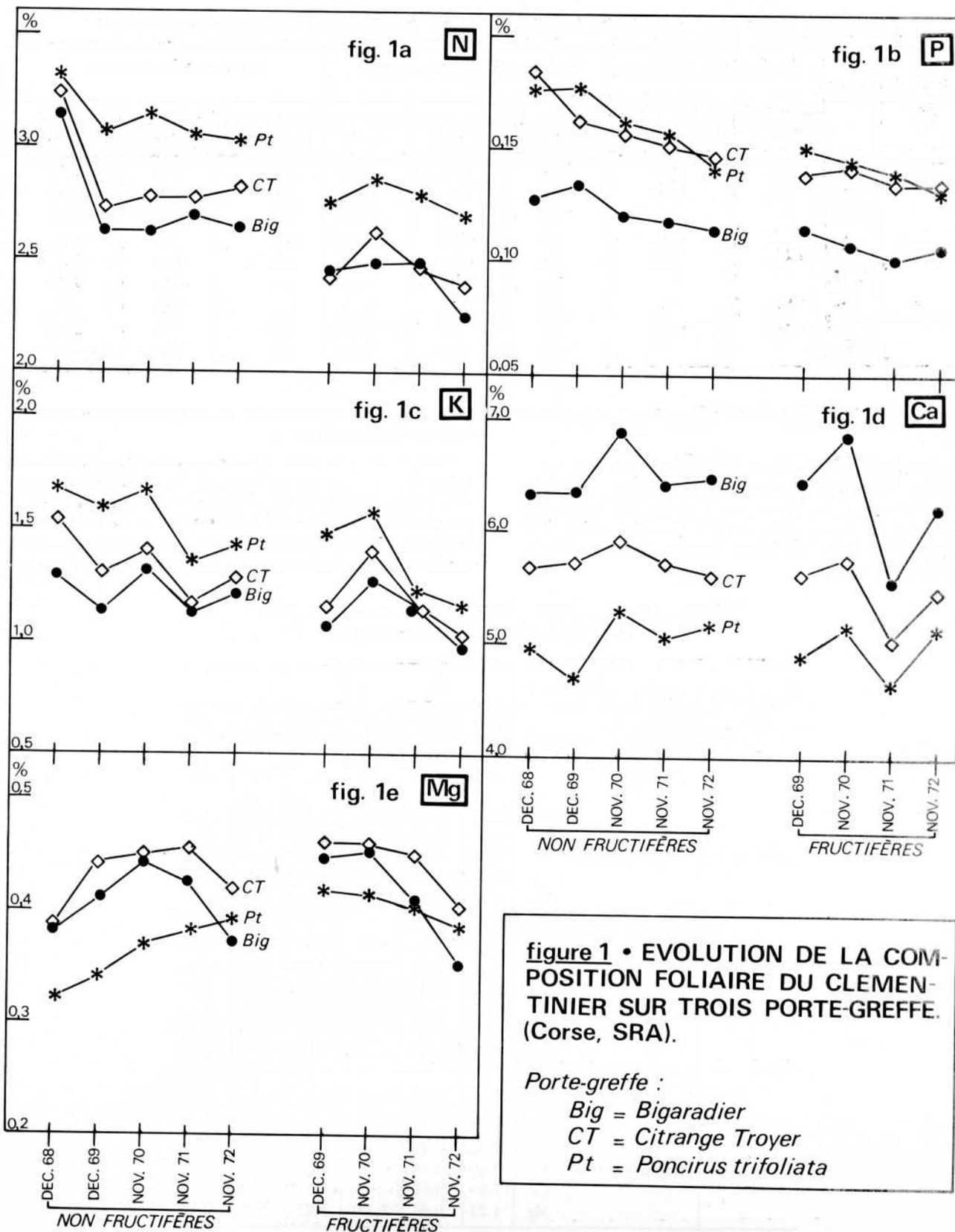


figure 1 • EVOLUTION DE LA COMPOSITION FOLIAIRE DU CLEMEN-
TINIER SUR TROIS PORTE-GREFFE.
(Corse, SRA).

Porte-greffe :
Big = Bigaradier
CT = Citrange Troyer
Pt = Poncirus trifoliata

TABLEAU 2 - Corse, SRA : Clémentinier sur trois porte-greffe. Mensurations et poids moyen d'une feuille.

Porte-greffe ↓	Année	Mensurations des arbres		NF (rameaux non fructifères)			F (rameaux fructifères)		
		Hauteur du plant (cm)	Diamètre de la frondaison (cm)	Poids moyen frais (mg)	Poids moyen sec (mg)	MS p. cent de MF	Poids moyen frais (mg)	Poids moyen sec (mg)	MS p. cent de MF
bigaradier	1970	181	133	882	385	43,6	802	341	42,5
	1971	222	178	506	226	44,6	450	196	43,6
	1972			625	269	43,0	561	245	43,7
C. Troyer	1970	198	141	757	312	41,2	693	284	41,0
	1971	240	202	435	190	43,1	383	165	43,6
	1972			591	249	42,1	557	228	40,9
<i>P. trifoliata</i>	1970	135	94	825	329	39,1	763	302	39,6
	1971	187	145	501	212	42,4	460	193	42,0
	1972			609	252	41,4	588	240	40,8

feuilles sont moins lourdes sur C. Troyer, surtout en 1970 et 1971.

La teneur en matière sèche est toujours inférieure sur *P. trifoliata*. Pour chaque porte-greffe, la teneur en m.s. est en général d'autant plus élevée que le poids frais moyen est faible : les variations d'une année à l'autre du poids frais moyen d'une feuille pourraient donc être liées au facteur alimentation en eau.

On a ensuite calculé la masse de chaque élément contenue dans une feuille (tableau 3).

Pour N, P et K, elle diffère peu entre *P. trifoliata* et bigaradier, surtout dans les rameaux NF. Dans les rameaux F, la charge en fruits peut expliquer les différences plus importantes, en 1972 surtout. Sur C. Troyer, le contenu d'une feuille en N pour 1970 et 1971 est plus faible que sur bigaradier, malgré une teneur en N supérieure, en raison de

TABLEAU 3 - Corse, SRA, Clémentinier sur trois porte-greffe. Contenu d'une feuille en éléments minéraux.

Porte-greffe ↓	Type de rameaux →	NF			F			
	Années →	1970	1971	1972	1970	1971	1972	
bigaradier	Poids sec moyen d'une feuille (mg)	385	226	269	341	196	245	
	(mg par feuille)	N	10,09	6,08	7,10	8,46	4,86	5,51
		P	0,46	0,26	0,31	0,37	0,19	0,26
		K	5,08	2,55	3,28	4,33	2,21	2,38
		Ca	26,53	14,49	17,40	23,39	10,90	15,29
		Mg	1,71	0,96	1,00	1,54	0,80	0,87
C. Troyer	Poids sec moyen d'une feuille (mg)	312	190	249	284	165	228	
	(mg par feuille)	N	8,67	5,26	7,02	7,44	4,08	5,43
		P	0,57	0,29	0,36	0,41	0,22	0,31
		K	4,80	2,20	3,19	3,98	1,87	2,35
		Ca	17,72	10,87	13,94	16,39	8,33	12,49
		Mg	1,40	0,87	1,04	1,30	0,74	0,92
<i>P. trifoliata</i>	Poids sec moyen d'une feuille (mg)	329	212	252	302	193	240	
	(mg par feuille)	N	10,30	6,47	7,66	8,61	5,39	6,43
		P	0,53	0,33	0,36	0,43	0,27	0,31
		K	5,49	2,86	3,58	4,74	2,35	2,78
		Ca	17,44	10,66	12,98	15,52	8,94	12,34
		Mg	1,21	0,81	0,99	1,25	0,78	0,92

la petitesse des feuilles.

Le contenu en Mg est de plus en plus voisin, de 1970 à 1972, parallèlement aux variations de teneurs.

Seul le contenu en calcium est très nettement différencié entre les trois porte-greffe : identique sur *P. trifoliata* et C. Troyer, mais inférieur de 30 p. cent au bigaradier.

Dans cet essai, on peut estimer grossièrement que le volume total de la couronne foliaire d'un clémentinier greffé sur C. Troyer est de 10 p. cent supérieur à celui d'un arbre de même âge greffé sur bigaradier et de 30 à 40 p. cent supérieur à celui d'un arbre greffé sur *P. trifoliata*. A défaut d'un bilan strict, il semble logique d'admettre que malgré leurs teneurs plus élevées en N, P, K, les arbres greffés sur *P. trifoliata* ont immobilisé dans l'ensemble de leurs feuilles une quantité de chacun des cinq éléments (surtout Ca) nettement plus faible que les arbres greffés sur bigaradier ou C. Troyer.

D'après les normes de CHAPMAN et de SMITH et dans la mesure où elles conviennent au clémentinier, nos arbres sur *P. trifoliata* présenteraient un excès d'azote. Celui-ci traduirait plutôt une mauvaise compatibilité, l'azote étant quantitativement moins absorbé et surtout moins bien utilisé que sur les deux autres porte-greffe.

CORSE : CLÉMENTINIER WISE ET ORANGER WASHINGTON NAVEL SUR BIGARADIER ET *P. TRIFOLIATA*

Cet essai planté en 1966 a été échantillonné seulement en 1970 et 1971. On retrouve aux deux années les mêmes effets sur les teneurs foliaires que chez le clémentinier au chapitre précédent (tableau 4, figure 2) : sur *P. trifoliata*

les feuilles sont plus riches en N, P, K et plus pauvres en Ca que sur bigaradier. Dans le cas de l'oranger W.N. cependant, l'effet sur K est assez peu marqué, surtout en 1971. Mais à l'inverse du clémentinier courant ces deux variétés sont plus riches en Mg sur *P. trifoliata*.

Il apparaît nettement sur la figure 2 que le porte-greffe influe plus que la variété greffée sur les niveaux foliaires en N et P. Inversement, la variété greffée exerce un effet prédominant sur les teneurs en Mg, très fortes chez le clémentinier Wise ; pour K, un effet dans le même sens et pour Ca un effet de sens opposé à celui de Mg se dessinent, mais ils sont moins prononcés et se superposent à ceux des porte-greffe.

Ces effets variétaux, au moins pour Mg, posent sans la résoudre la question de l'adaptation des normes de diagnostic foliaire : le clémentinier Wise a-t-il besoin de teneurs foliaires en Mg plus élevées ou possède-t-il seulement une plus grande facilité à approvisionner ses feuilles en cet élément ?

Les oligo-éléments B, Zn, Mn, Fe ont été dosés seulement chez l'oranger Washington Navel. Sur *P. trifoliata*, on constate une très forte accumulation de bore, qui exercerait un effet dépressif sur Mn. Selon les normes de CHAPMAN et de SMITH, le bore serait à un niveau très haut sur *P. trifoliata* et plutôt faible sur bigaradier.

CORSE : CLÉMENTINIER ET ORANGERS HAMLIN ET WASHINGTON NAVEL SUR SEPT PORTE-GREFFE

Cet essai a été planté en 1968 et échantillonné en 1970 et 1971. Les effets chez les trois variétés sont très comparables, sur les deux types de feuilles (rameaux F et NF), les

TABLEAU 4 - Corse, SRA : Clémentinier Wise et oranger Washington Navel sur deux porte-greffe.

Variété greffée	Porte-greffe	Types de rameaux	Année (nov)	p. cent de M.S.					ppm de M.S.			
				N	P	K	Ca	Mg	B	Zn	Mn	Fe
Clémentinier Wise	bigaradier	NF	1970	2,71	0,121	1,12	5,44	0,531				
		F	1971	2,52	0,142	1,02	5,02	0,532				
		NF	1970	2,58	0,116	0,97	5,56	0,597				
		F	1971	2,25	0,130	0,90	4,58	0,561				
	<i>P. trifoliata</i>	NF	1970	2,93	0,145	1,34	4,42	0,554				
		F	1971	2,79	0,159	1,13	4,60	0,572				
		NF	1970	2,93	0,139	1,17	4,41	0,639				
		F	1971	2,59	0,142	1,05	4,25	0,587				
Oranger Washington Navel	bigaradier	NF	1970	2,60	0,129	0,88	6,45	0,396				
		F	1971	2,61	0,155	1,07	5,14	0,345	32,8	21	35	109
		NF	1970	2,43	0,122	0,82	6,34	0,422				
		F	1971	2,27	0,131	0,87	5,14	0,388	29,8	21	36	86
	<i>P. trifoliata</i>	NF	1970	2,87	0,153	0,98	5,51	0,411				
		F	1971	2,82	0,171	1,08	4,35	0,381	105,1	20	29	100
		NF	1970	2,79	0,143	0,92	5,47	0,433				
		F	1971	2,43	0,146	0,89	4,45	0,413	110,9	20	25	118

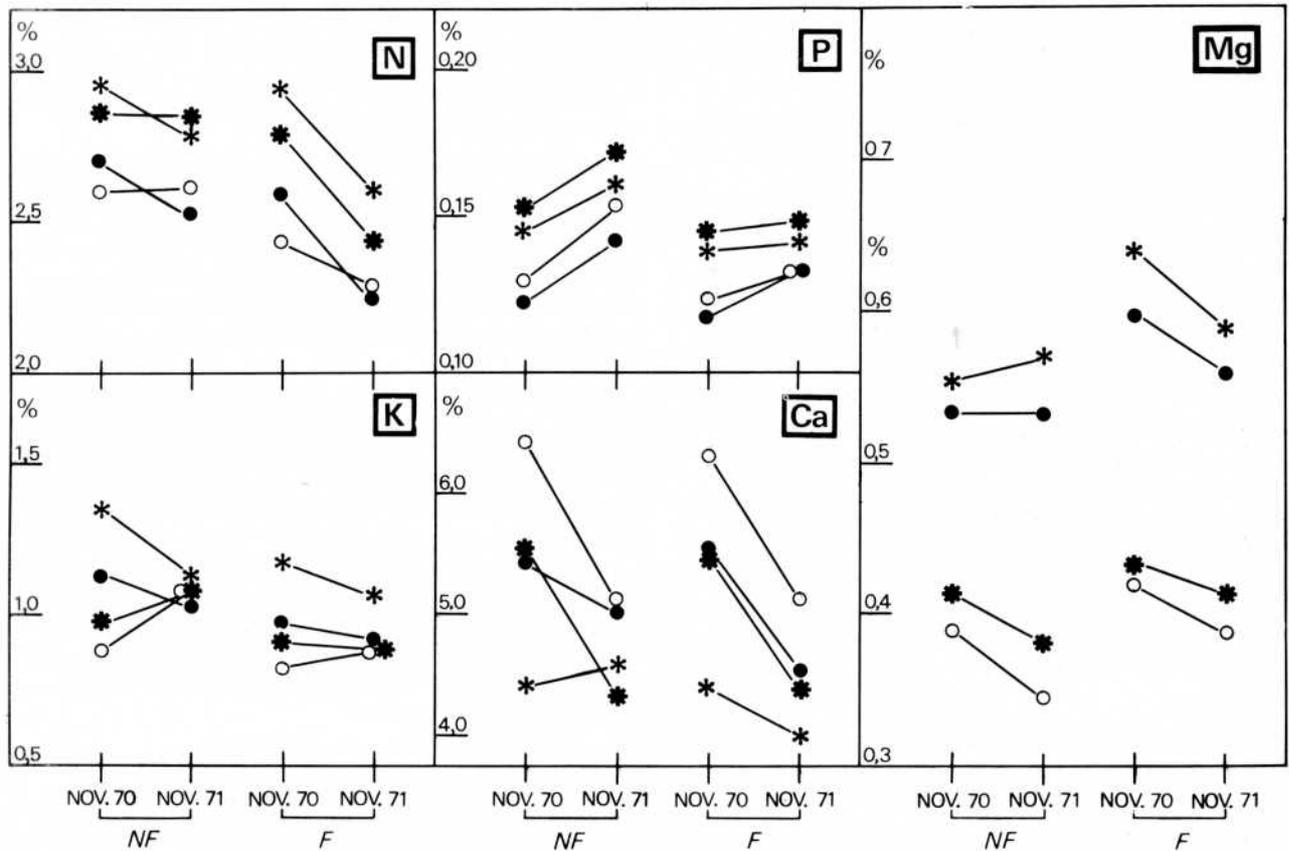


figure 2 • COMPARAISON DE LA COMPOSITION FOLIAIRE DE DEUX VARIÉTÉS SUR DEUX PORTE-GREFFE. (Corse SRA).

Variétés :	Porte-greffe :		F = fructifère NF = non fructifère	
	Clémentinier Wise	Bigaradier ●—●		Poncirus trifoliata *—*
	Or. Washington Navel.	○—○		*—*

deux années. Les clémentiniers n'avaient pas fructifié la première année.

Azote (tableau 5, figure 3 a). Le bigaradier et aussi le mandarinier Cléopâtre induisent régulièrement les niveaux les plus faibles, alors que les arbres sur *P. trifoliata* sont toujours les plus riches. Les résultats confirment ainsi les précédents.

Phosphore (tableau 6, figure 3 b). *P. trifoliata* et *C. Troyer* confirment leur effet positif par rapport au bigaradier, mais aussi au *M. Cléopâtre*. Sur rameaux NF les autres porte-greffe sont groupés à un niveau intermédiaire.

Potassium (tableau 7, figure 3 c). Si le *P. trifoliata* induit des teneurs en K toujours supérieures au bigaradier et au *C.*

Troyer, très proches l'un de l'autre, le citronnier de Bornéo paraît avoir des possibilités d'absorption encore supérieures ; le *M. Cléopâtre* paraît au contraire le moins apte à assurer la nutrition en K.

Calcium (tableau 8, figure 3 d). Cet élément étant antagoniste de K, il est normal que le niveau de Ca soit très élevé sur *M. Cléopâtre* au même titre que sur bigaradier, et aussi faible sur *C. de Bornéo* que sur *P. trifoliata*.

Magnésium (tableau 9, figure 3 e). La compensation aux faibles ou forts niveaux de K joue encore plus sur Mg dans le cas du *M. Cléopâtre*, qui est extrêmement riche, et du *C. de Bornéo* qui est le plus faible de l'ensemble avec *Citrus volkameriana*. Les autres porte-greffe se groupent

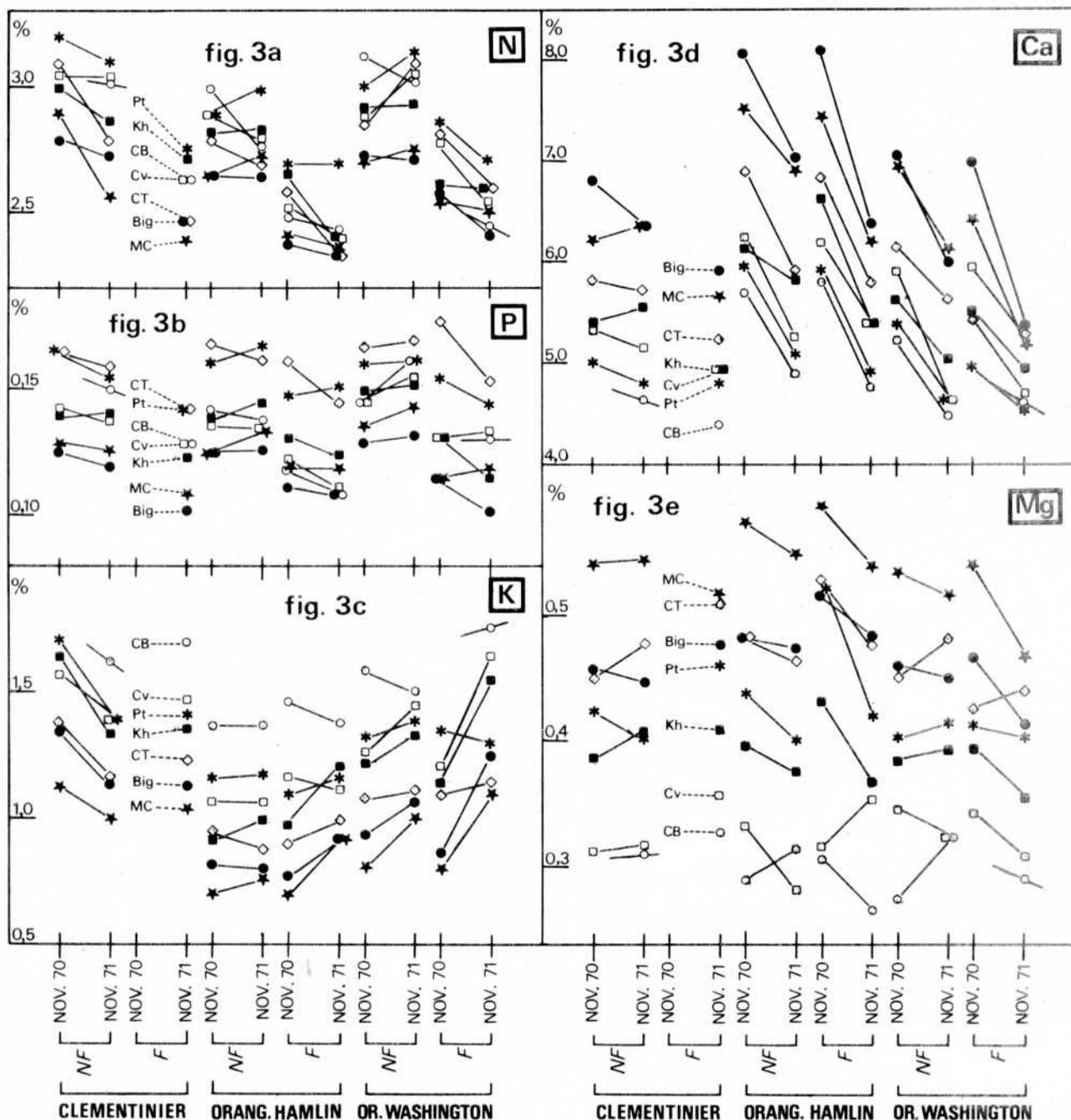


figure 3 • COMPARAISON DE LA COMPOSITION FOLIAIRE DE TROIS VARIETES SUR SEPT PORTE-GREFFE. (Corse, SRA).

Big = Bigaradier MC = Mandarinier Cléopâtre
 CT = Citrange Troyer CV = Citrus Volkameriana
 Pt = Poncirus trifoliata CB = Citronnier de Bornéo
 Kh = Khatta

F = fructifère
 NF = non fructifère

TABLEAU 5 - Corse, SRA : trois variétés sur sept porte-greffe.
Teneurs foliaires en azote (N p. cent de m.s.)

Porte-greffe	Année	Clémentinier		Oranger Hamlin		Oranger Washington Navel	
		NF	F	NF	F	NF	F
bigaradier	1970	2,79		2,65	2,39	2,73	2,59
	1971	2,73	2,47	2,65	2,34	2,72	2,44
C. Troyer	1970	3,09		2,79	2,59	2,86	2,83
	1971	2,79	2,47	2,70	2,34	3,10	2,62
<i>P. trifoliata</i>	1970	3,20		2,89	2,69	3,02	2,87
	1971	3,10	2,75	3,09	2,70	3,14	2,74
M. Cléopâtre	1970	2,90		2,65	2,40	2,72	2,56
	1971	2,56	2,40	2,72	2,37	2,75	2,54
<i>Citrus volkameriana</i>	1970	3,06		2,89	2,52	2,90	2,80
	1971	3,04	2,64	2,80	2,39	3,06	2,55
citronnier de Bornéo	1970			3,00	2,49	3,14	
	1971	3,02	2,65	2,79	2,44	3,04	2,47
Khatta (Inde)	1970	3,00		2,82	2,67	2,92	2,62
	1971	2,87	2,72	2,84	2,43	2,94	2,62

TABLEAU 6 - Corse, SRA : trois variétés sur sept porte-greffe.
Teneurs foliaires en phosphore (P p. cent de m.s.)

Porte-greffe	Année	Clémentinier		Oranger Hamlin		Oranger Washington Navel	
		NF	F	NF	F	NF	F
bigaradier	1970	0,125		0,124	0,111	0,129	0,115
	1971	0,120	0,102	0,125	0,109	0,132	0,102
C. Troyer	1970	0,165		0,168	0,161	0,167	0,178
	1971	0,159	0,142	0,161	0,145	0,170	0,153
<i>P. trifoliata</i>	1970	0,164		0,160	0,147	0,160	0,155
	1971	0,153	0,141	0,166	0,150	0,161	0,144
M. Cléopâtre	1970	0,126		0,125	0,119	0,135	0,114
	1971	0,126	0,109	0,132	0,118	0,143	0,119
<i>Citrus volkameriana</i>	1970	0,141		0,135	0,120	0,145	0,131
	1971	0,138	0,129	0,133	0,110	0,155	0,115
Citronnier de Bornéo	1970			0,141	0,119	0,145	
	1971	0,150	0,129	0,136	0,108	0,160	0,130
Khatta (Inde)	1970	0,139		0,139	0,130	0,148	0,130
	1971	0,139	0,125	0,144	0,124	0,152	0,131

deux par deux dans la zone intermédiaire, bigaradier et C. Troyer dépassant toujours *P. trifoliata* ainsi que Khatta. Sur rameaux NF cette séparation en quatre groupes, en fonction de l'aptitude à absorber Mg, est très nette.

D'après ces résultats, un des critères du choix d'un porte-greffe pourrait être sa capacité d'absorption en fonction des éléments limitants dans le sol. Les meilleurs niveaux foliaires devraient être assurés, pour l'élément correspondant :

- sur sol pauvre en Mg, par le mandarinier Cléopâtre ;
- sur sol pauvre en Ca, par le M. Cléopâtre ou le bigaradier ;

- sur sol pauvre en K, par le citronnier de Bornéo ;
- sur sol pauvre en P, par le citrange Troyer ou le *P. trifoliata* ;
- sur sol pauvre en N, par le *P. trifoliata*.

On peut aussi tenir compte des coûts comparés de fertilisation en tel ou tel élément.

Mais les niveaux foliaires sont loin de constituer le seul facteur du choix : outre les considérations phytosanitaires qui sont souvent déterminantes, nous avons constaté par exemple dans l'un des trois essais que l'association *P. trifoliata* - clémentinier n'avait pas assuré une croissance normale.

TABLEAU 7 - Corse, SRA : trois variétés sur 7 porte-greffe.
Teneurs foliaires en potassium (K p. cent de m.s.).

Porte-greffe	Année	Clémentinier		Oranger Hamlin		Oranger Washington Navel	
		NF	F	NF	F	NF	F
bigaradier	1970	1,35		0,82	0,76	0,94	0,86
	1971	1,15	1,14	0,80	0,92	1,07	1,25
C. Troyer	1970	1,39		0,95	0,90	1,08	1,09
	1971	1,16	1,24	0,87	1,00	1,11	1,14
<i>P. trifoliata</i>	1970	1,70		1,17	1,10	1,32	1,34
	1971	1,39	1,42	1,17	1,16	1,39	1,29
M. Cléopâtre	1970	1,12		0,70	0,69	0,81	0,79
	1971	1,00	1,05	0,77	0,92	1,00	1,12
<i>Citrus volkameriana</i>	1970	1,57		1,07	1,17	1,26	1,20
	1971	1,39	1,48	1,06	1,12	1,45	1,65
Citronnier de Bornéo	1970			1,37	1,46	1,59	
	1971	1,62	1,71	1,37	1,38	1,57	1,77
Khatta (Inde)	1970	1,64		0,93	0,98	1,22	1,14
	1971	1,34	1,36	0,99	1,19	1,33	1,55

TABLEAU 8 - Corse, SRA , trois variétés sur sept porte-greffe.
Teneurs foliaires en calcium (Ca p. cent de m.s.).

Porte-greffe	Année	Clémentinier		Oranger Hamlin		Oranger Washington navel	
		NF	F	NF	F	NF	F
bigaradier	1970	6,83		8,08	8,12	7,07	7,05
	1971	6,36	5,94	7,04	6,39	6,03	5,36
C. Troyer	1970	5,83		6,90	6,84	6,17	5,48
	1971	5,71	5,24	5,91	5,83	5,64	5,29
<i>P. trifoliata</i>	1970	5,01		5,97	5,90	5,40	5,00
	1971	4,78	4,81	5,10	4,90	4,65	4,58
M. Cléopâtre	1970	6,24		7,54	7,45	6,97	6,45
	1971	6,34	5,67	6,95	6,23	6,15	5,26
<i>Citrus volkameriana</i>	1970	5,32		6,25	6,22	5,95	5,98
	1971	5,15	4,93	5,22	5,41	4,65	4,67
Citronnier de Bornéo	1970			5,70	5,85	5,25	
	1971	4,62	4,39	4,91	4,77	4,50	4,66
Khatta (Inde)	1970	5,39		6,15	6,64	5,64	5,52
	1971	5,55	4,94	5,86	5,41	5,08	4,94

Il s'agit probablement d'une sensibilité occasionnelle à des conditions adverses peu après la plantation, car il n'en est pas de même dans les deux autres essais.

En tout état de cause, la fertilisation doit être modulée en fonction du pouvoir d'absorption vis-à-vis de chaque élément et du pouvoir d'exploration du sol manifestés par le porte-greffe choisi, afin d'assurer dans chaque cas une nutrition effective correcte de la partie greffée.

Si les niveaux foliaires sont très influencés par les porte-greffe, les tableaux et figures montrent également des influences variétales. L'O. Hamlin tend à être plus pauvre en N ; les deux orangers mais surtout Hamlin tendent à être

plus pauvres en K et plus riches en son antagoniste Ca que le clémentinier. La fertilisation doit également tenir compte de ces tendances pour essayer de les compenser, à moins au contraire que les niveaux foliaires optima des variétés incriminées ne diffèrent dans le même sens.

Un caractère constant des feuilles d'agrumes en Corse, non seulement dans les trois essais étudiés ici mais sur l'ensemble des essais et plantations, est le fort niveau du calcium, dépassant très fréquemment 6 p. cent. Même le Cl. Wise greffé sur *P. trifoliata*, combinaison donnant les niveaux de Ca les plus bas, reste ici supérieur à 4 p. cent.

TABLEAU 9 - Corse, SRA : trois variétés sur sept porte-greffe.
Teneurs foliaires en magnésium (Mg p. cent de m.s.).

Porte-greffe	Année	Clémentinier		Oranger Hamlin		Oranger Washington Navel	
		NF	F	NF	F	NF	F
bigaradier	1970	0,454		0,481	0,516	0,459	0,467
	1971	0,445	0,475	0,472	0,482	0,450	0,413
C. Troyer	1970	0,450		0,485	0,526	0,452	0,425
	1971	0,475	0,507	0,464	0,478	0,480	0,461
<i>P. trifoliata</i>	1970	0,422		0,441	0,519	0,404	0,413
	1971	0,399	0,461	0,399	0,420	0,412	0,402
M. Cléopâtre	1970	0,539		0,574	0,585	0,535	0,540
	1971	0,542	0,516	0,550	0,538	0,516	0,467
<i>Citrus volkameriana</i>	1970	0,310		0,332	0,317	0,346	0,342
	1971	0,312	0,355	0,280	0,354	0,324	0,307
Citronnier de Bornéo	1970			0,290	0,307	0,277	
	1971	0,309	0,326	0,313	0,266	0,323	0,290
Khatta (Inde)	1970	0,385		0,397	0,430	0,384	0,392
	1971	0,404	0,409	0,376	0,368	0,392	0,354

L'azote, régulièrement élevé à excessif par rapport aux normes de CHAPMAN et de SMITH quand le porte-greffe est *P. trifoliata*, l'est aussi dans tous les cas du clémentinier greffé sur sept porte-greffe (tableau 5).

Par rapport aux mêmes normes, l'oranger W.N. est pauvre en K lorsqu'il est greffé sur M. Cléopâtre, bigaradier, C. Troyer. Sur *P. trifoliata*, son niveau en K diffère d'un essai à l'autre : convenable dans le troisième, insuffisant dans le deuxième où l'antagoniste Mg est élevé.

L'oranger Hamlin est pauvre en K, à l'exception de son association avec le citronnier de Bornéo, avec de très forts niveaux en l'antagoniste Ca.

Si ces normes s'appliquent aux variétés étudiées et au cas de la Corse, les déséquilibres ainsi décelés devraient retentir sur la croissance et sur la productivité ; il serait donc nécessaire de rééquilibrer les fumures correspondantes en N et K. Mais pour vérifier l'applicabilité de ces normes ou pour les adapter aux conditions locales et variétales, il faut attendre que les arbres des essais porte-greffe et des essais de fertilisation de la S.R.A., encore jeunes actuellement, parviennent à leur pleine production.

MALI : ESSAI PORTE-GREFFE DE BAMAKO

Sur cet essai mis en place par F. de LAROISSILHE en 1969 sur un sol argilo-limoneux, un échantillonnage a été réalisé par A. DARTHENUQ en novembre 1972, sur des feuilles âgées de cinq mois (tableau 10). Le climat est sahélo-soudanais, avec une très longue saison sèche pendant laquelle les arbres sont irrigués, sauf pendant quelques semaines (afin de provoquer le démarrage des pousses et la floraison à un moment choisi).

Azote. Pour une même variété greffée, les teneurs sont

extrêmement groupées. Elles sont d'ailleurs très voisines d'une variété à l'autre, le mandarinier Dancy étant seul sensiblement plus riche.

Phosphore. Les effets sont identiques à ceux trouvés en Corse :

- forte élévation des teneurs sur C. Troyer, excepté chez le citronnier Eureka ; la combinaison Cit. Eureka x C. Troyer n'est, par ailleurs, pas viable pour une raison encore inconnue.

- effet dépressif du bigaradier dans certains cas et du mandarinier Cléopâtre.

En outre, les variétés greffées sont très nettement distinctes, en particulier le pomelo Marsh est plus riche.

Potassium. Comme en Corse, le mandarinier Cléopâtre n'est pas à même d'assurer une aussi bonne absorption que les autres porte-greffe, en particulier le *Citrus macrophylla* qui induit les plus forts niveaux.

Le limettier mexicain est en moyenne la variété la moins bien pourvue en K.

Calcium et magnésium. L'antagonisme entre K et le couple Ca-Mg joue entre les divers porte-greffe. Aux teneurs les plus fortes en K sur *C. macrophylla* correspondent les niveaux les plus faibles en Ca et plus particulièrement en Mg. Sur mandarinier Cléopâtre la faiblesse en K est compensée principalement par Mg.

Toutefois, sur citrange Troyer, il y a enrichissement en Mg sans que les teneurs en K soient particulièrement faibles. Dans ce cas, c'est un antagonisme Mg-Ca qui apparaît, le calcium étant aux plus faibles niveaux lorsque ce porte-greffe est employé.

Le bigaradier (sauf avec la lime mexicaine), comme en

TABLEAU 10 - Mali, Bamako : Teneurs de feuilles de cinq mois en novembre 1972.

Espèce et variété	Porte-greffe	p. cent de matière sèche					ppm de m.s.				
		N	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Mn	Fe	
Citronnier Euréka (feuilles de rameaux non fructifères)	bigaradier	1,94	0,167	1,51	4,05	0,526	64	14	62	248	
	citrange Troyer	1,95	0,167	1,41	3,95	0,548	53	10	39	250	
	mandarinier Cléopâtre	1,75	0,152	1,41	4,01	0,589	49	10	69	273	
	<i>Citrus taiwanica</i>	1,85	0,171	1,51	4,21	0,478	55	6	57	259	
	<i>Citrus macrophylla</i>	1,92	0,157	2,00	3,20	0,423	50	11	68	276	
	moyenne	1,88	0,163	1,57	3,88	0,513	54	10	59	265	
Pomelo Marsh (feuilles de rameaux non fructifères)	bigaradier	2,02	0,172	1,53	4,31	0,567	48	6	42	158	
	citrange Troyer	1,95	0,239	1,56	3,71	0,655	28	6	37	210	
	citrange Carrizo	2,04	0,175	1,33	4,20	0,681	38	5	46	172	
	mandarinier Cléopâtre	2,11	0,169	1,25	4,15	0,668	47	5	63	171	
	<i>Citrus taiwanica</i>	2,14	0,180	1,41	4,27	0,545	29	4	61	141	
	moyenne	2,05	0,187	1,42	4,13	0,623	36	5	50	170	
Oranger Pineapple (feuilles de rameaux non fructifères)	bigaradier	1,92	0,132	1,49	4,65	0,547	54	5	47	156	
	citrange Troyer	1,92	0,160	1,60	4,35	0,530	73	6	37	233	
	citrange Carrizo	2,03	0,141	1,42	4,29	0,541	56	6	40	240	
	mandarinier Cléopâtre	1,92	0,140	1,25	4,75	0,604	69	5	62	191	
	<i>Citrus taiwanica</i>	2,01	0,138	1,40	4,81	0,433	43	4	66	128	
	moyenne	1,96	0,144	1,43	4,57	0,531	59	5	46	190	
Mandarinier Dancy (Feuilles de rameaux non fructifères)	bigaradier	2,19	0,153	1,75	3,68	0,527	55	7	47	141	
	citrange Carrizo	2,22	0,142	1,68	3,24	0,505	46	6	33	187	
	mandarinier Cléopâtre	2,12	0,130	1,37	3,56	0,662	44	5	52	181	
	moyenne	2,18	0,142	1,60	3,50	0,565	48	6	44	170	
Limettier mexicain (feuilles de rameaux non fructifères NF) et fructifères F).	bigaradier	NF	1,89	0,125	1,29	3,40	0,517	52	9	42	191
		F	1,97	0,137	1,15	4,35	0,528	35	8	53	206
	citrange Troyer	NF	2,01	0,176	1,29	3,83	0,540	46	10	33	242
		F	1,85	0,196	1,17	4,76	0,560	26	7	37	230
	M. Cléopâtre	NF	1,89	0,167	1,25	4,01	0,567	52	7	44	169
		F	1,64	0,159	0,90	5,05	0,604	30	6	69	194
	<i>Citrus taiwanica</i>	NF	2,07	0,174	1,16	4,17	0,482	40	5	48	182
		F	1,89	0,161	1,02	4,98	0,510	37	6	58	147
	<i>Citrus macrophylla</i>	NF	2,09	0,168	1,55	3,67	0,353	43	7	49	194
		F	1,95	0,164	1,45	4,18	0,375	37	6	59	199
	moyenne	NF	1,99	0,162	1,31	3,82	0,492	47	8	43	195
		F	1,86	0,163	1,14	4,66	0,515	33	7	55	195

Corse, et le *Citrus taiwanica* induisent régulièrement les plus hauts niveaux de calcium.

En outre, les niveaux foliaires de Ca et Mg sont très influencés par les variétés greffées.

Zinc. Des symptômes de déficience sont apparus sur pomelo Marsh. De fait, c'est lui qui présente les feuilles les moins riches, tout particulièrement sur *C. Troyer* et sur *C. taiwanica* (toutefois les symptômes ne paraissent pas avoir été plus nets sur ces deux porte-greffe). Le *C. taiwanica* donne en général les niveaux les plus faibles pour les diverses variétés étudiées.

Cuivre. Le citronnier Eureka a des teneurs supérieures à toutes les autres variétés, surtout sur *bigaradier*. Le *C. taiwanica* est le moins efficace des porte-greffe pour la nutrition en Cu, pour chacune des variétés étudiées.

Manganèse. Le *C. Troyer* exerce un effet régulièrement dépressif ; à l'inverse le *M. Cléopâtre* et les *Citrus taiwanica* et *macrophylla* assurent la meilleure alimentation.

Dans le cas du pomelo Marsh, la possibilité d'une interaction Mn-P est mise en évidence. Certaines des parcelles greffées sur *citranges Troyer* et *Carrizo* ont des teneurs en phosphore dépassant largement 0,3 p. cent avec des teneurs

en manganèse encore plus faibles que dans les parcelles à teneur foliaire en P normale. Par ailleurs, on a observé sur les feuilles âgées des pomelos Marsh des coups de soleil qui pourraient être liés à cette faiblesse du manganèse.

A noter également, sur des clémentiniers non étudiés ici, une carence en manganèse vérifiée par l'analyse des feuilles porteuses de symptômes.

Fer. Les citranges Troyer et Carrizo en assurent la meilleure absorption, sauf chez le citronnier Euréka. Un antagonisme Fe-Mn est ainsi mis en évidence :

- le C. Troyer induit de faibles niveaux de Mn et de forts niveaux de Fe ;
- inversement, le *Citrus taiwanica* induit de forts niveaux de Mn et de faibles niveaux de Fe.

DAHOMÉY : ESSAI PORTE-GREFFE DE TOUÉ

Un échantillonnage de cet essai, planté en juin 1968 sur un sol sableux, a été réalisé par G. MONTAGUT en février 1972 (tableau 11). Toué est dans le sud du Dahoméy ; le

climat, plus humide que celui du Mali, présente cependant une saison sèche accentuée.

Au Dahoméy comme au Cameroun la Tristeza provoque des dégâts aux pomelos et limettiers.

Azote. L'influence du porte-greffe est inégale selon les variétés, mais toujours très faible, à l'inverse de ce que nous avons observé en Corse et, à un moindre degré, au Mali. Le bigaradier et le M. Cléopâtre paraissent exercer un certain effet dépressif, mais pas toujours constant.

Phosphore. Le C. Troyer ne provoque pas d'enrichissement comme en Corse et au Mali, non plus qu'aucun des autres porte-greffe.

Vis-à-vis de ces deux éléments, chaque variété et chaque porte-greffe semblent donc avoir une compatibilité identique. Pour l'azote, ce caractère est assez constant entre les divers pays tropicaux et équatoriaux étudiés ici ; mais au Dahoméy et au Mali les niveaux atteints sont toujours inférieurs à ceux du Cameroun et se placent dans la zone de déficience des normes de SMITH. Les conditions climatiques peuvent exercer une influence : le Cameroun est beaucoup plus humide.

TABLEAU 11 - Dahoméy, Toué : Teneurs foliaires en février 1972 (rameaux NF).

Espèce et variété	Porte-greffe	p. cent de matière sèche					ppm de m.s.		
		N	P	K	Ca	Mg	Cu	Mn	Fe
Citronnier Euréka	bigaradier	1,74	0,130	1,10	5,25	0,441	5	184	686
	mandarinier Cléopâtre	1,80	0,125	0,70	6,06	0,548	4	211	590
	<i>Citrus taiwanica</i>	1,88	0,120	0,88	5,66	0,443	5	298	665
	<i>Citrus macrophylla</i>	2,10	0,115	1,18	4,17	0,345	5	420	803
	Limet. Rangpur	2,03	0,130	0,84	5,04	0,381	7	239	914
	moyenne	1,91	0,124	0,94	5,24	0,432	5	270	732
Pomelo Marsh	citrange Troyer	1,76	0,111	1,40	3,47	0,469	4	294	827
	mandarinier Cléopâtre	1,63	0,115	1,95	3,42	0,385	4	202	641
	<i>Citrus taiwanica</i>	1,76	0,124	1,78	3,95	0,390	5	272	679
	Limet. Rangpur	1,75	0,105	1,97	2,92	0,355	6	604	699
	Rough lemon	1,73	0,117	1,96	3,40	0,402	4	334	568
	moyenne	1,73	0,114	1,81	3,43	0,400	5	341	683
Oranger Pineapple	citrange Carrizo	2,39	0,130	1,48	3,86	0,467	5	250	952
	mandarinier Cléopâtre	2,38	0,122	1,43	4,09	0,498	5	262	829
	<i>Citrus taiwanica</i>	2,34	0,122	1,60	4,20	0,435	5	311	825
	Limet. Rangpur	2,55	0,134	1,69	3,84	0,355	6	251	895
	Rough lemon	2,23	0,119	1,74	3,76	0,411	4	381	939
	moyenne	2,38	0,125	1,59	3,95	0,433	5	291	888
mandarinier Dancy	citrange Troyer	2,09	0,128	1,58	3,47	0,386	6	214	1010
	citrange Carrizo	2,00	0,164	2,25	3,05	0,384	6	203	906
	mandarinier Cléopâtre	1,94	0,134	2,18	3,00	0,325	5	201	770
	<i>Citrus taiwanica</i>	2,22	0,141	1,83	3,49	0,355	5	362	884
	Limet. Rangpur	2,07	0,131	2,40	2,39	0,261	6	193	762
	Rough lemon	2,01	0,140	2,26	2,82	0,303	6	263	651
	moyenne	2,07	0,140	2,10	3,05	0,343	6	247	837

Potassium. L'effet des variétés greffées est très marqué : le citronnier Euréka est très pauvre. Le bigaradier et le *Citrus macrophylla*, qui ont été utilisés seulement pour cette variété, exercent un effet très positif sur l'absorption de K. A l'inverse, le mandarinier Dancy est riche en K, en particulier quand il est greffé sur limettier Rangpur ; celui-ci produit le même effet sur les autres variétés, citronnier Euréka excepté.

Dans les deux cas où il a été utilisé, le citrange Troyer exerce un effet dépressif sur K avec forte augmentation de son antagoniste Mg.

Calcium et magnésium. Là encore les variétés greffées ont un effet plus marqué que les porte-greffe. Le citronnier Euréka est très largement le plus riche en Ca, antagoniste de K en lequel il est très pauvre. Confirmant les résultats du Mali, l'antagonisme K-Ca, K-Mg est très marqué avec forte diminution des alcalino-terreux sur *C. macrophylla* et limettier Rangpur. *C. taiwanica*, à l'inverse, exerce une action positive sur le calcium.

Cuivre. Toutes les combinaisons sont à des niveaux extrêmement voisins, avec une tendance positive du limettier Rangpur.

Manganèse et fer. La richesse en ces deux éléments est très grande, alors qu'aucun traitement contenant des oligo-éléments n'a été effectué. On peut se demander si les nombreux symptômes attribués à la toxicité du biuret observés dans cet essai ne sont pas en partie au moins dus à l'excès de Fe et/ou Mn.

Confirmant leurs résultats au Mali, les citranges Carrizo et Troyer semblent posséder une plus grande possibilité d'absorption du fer que les autres porte-greffe ; mais l'antagonisme avec Mn n'est pas évident ici.

CAMEROUN : ESSAI PORTE-GREFFE A NYOMBÉ

L'échantillonnage de cet essai, mis en place en 1968, a été pratiqué par J.P. GAILLARD sur des feuilles de cinq mois en août 1971. Le démarrage des pousses ayant été tardif l'année suivante, il a été jugé préférable d'opérer à la même date plutôt qu'au même âge de feuilles, ce sont donc des feuilles de quatre mois qui ont été prélevées en août 1972. L'essai compare sept variétés sur cinq ou six porte-greffe chacune (tableau 12). Nyombé est situé dans le sud du Cameroun, sur sol jeune volcanique riche en bases, en zone climatique équatoriale.

Azote. Bien que plus jeunes, les feuilles de 1972 sont moins riches que celles de 1971, sans doute parce que les arbres commencent à perdre leur caractère juvénile.

Pour une même variété greffée, les différences entre porte-greffe ne sont pas identiques d'une année à l'autre. Les niveaux moyens diffèrent selon les variétés greffées, et autour de ces moyennes les effets des porte-greffe sont eux-mêmes différents d'une variété à l'autre. Cependant le

Rough lemon tend généralement à abaisser les teneurs, surtout en 1971.

Phosphore. Excepté chez le mandarinier Dancy et le pomelo Marsh, il augmente de 1971 à 1972, la plus grande jeunesse des feuilles primant donc sur la moins grande jeunesse des arbres. Là encore les effets des porte-greffe diffèrent selon les variétés et selon les années, avec parfois de forts écarts. Cependant, dans les deux cas où le *C. carrizo* a été employé (citronnier de Lisbonne et mandarinier Dancy), le phosphore est plus élevé.

Potassium. La diminution de niveau de 1971 à 1972 n'est pas constante mais peut être très accentuée (mandarinier Dancy et limettier mexicain).

Comme en Corse et au Mali, le mandarinier Cléopâtre exerce un effet très dépressif ; il en va de même du *C. taiwanica*, un peu moins intensément, sauf chez le citronnier Euréka.

A l'inverse le limettier Rangpur et le Rough lemon assurent, dans l'ensemble, une meilleure nutrition en K.

Calcium et magnésium. L'âge inférieur des feuilles en 1972 explique certainement en majeure partie des niveaux plus bas à cette date.

Sur mandarinier Cléopâtre, la compensation antagonique aux faibles teneurs en K joue surtout pour Mg, qui atteint de fortes valeurs. Mais le citrange Troyer induit très souvent d'encore plus forts niveaux de Mg, sans que K soit particulièrement affecté. Sur limettier Rangpur et Rough lemon, l'antagonisme K-Mg joue dans l'autre sens, plus fortement en 1971 qu'en 1972.

L'interaction avec le calcium est moins nette et ne se dessine guère qu'avec le limettier Rangpur, épisodiquement.

Comme au Dahomey, le citronnier Euréka est plus riche en Ca que toutes les autres variétés étudiées.

Cuivre. Des traitements phytosanitaires à base de cuivre sont régulièrement effectués ; ils expliquent les très forts niveaux foliaires en 1972, seule année où les oligo-éléments aient été dosés.

Manganèse. Bien qu'un peu de manèbe soit inclus dans les traitements cupriques, les teneurs sont normales (à signaler une tendance générale à la déficience manganique dans les bananeraies avoisinantes, due non à un manque de Mn mais à un excès de Ca dans les sols). Les citranges Carrizo et Troyer ne semblent pas aussi efficaces pour absorber Mn que les autres porte-greffe et tout particulièrement le limettier Rangpur (sauf chez le mandarinier Dancy et le limettier mexicain).

Fer. Dans les deux cas où il a été employé, le citrange Carrizo induit les niveaux les plus élevés ; mais cet élément varie dans de telles proportions qu'il n'est guère possible de déceler des effets nets.

TABLEAU 12 - Cameroun, Nyombé : Teneurs foliaires (rameaux non fructifères)
5 août 1971 : feuilles de cinq mois ; 4 août 1972 : feuilles de quatre mois.

Espèce et variété	Porte-greffe	p. cent de matière sèche										ppm de m.s.		
		N		P		K		Ca		Mg		Cu	Mn	Fe
		1971	1972	1971	1972	1971	1972	1971	1972	1971	1972			
Citronnier Euréka	bigaradier	2,41	2,23	0,200	0,194	1,88	1,20	4,75	3,35	0,484	0,306	98	42	140
	citrange Troyer	2,64	2,23	0,182	0,217	1,54	1,47	4,96	3,15	0,488	0,301	340	51	142
	mandarinier Cléopâtre	2,48	2,09	0,195	0,193	1,33	1,06	4,70	3,49	0,576	0,432	169	54	159
	<i>Citrus taiwanica</i>	2,45	1,97	0,199	0,214	1,63	1,48	5,16	3,68	0,475	0,332	576	60	152
	<i>Citrus macrophylla</i>	2,72	2,39	0,166	0,207	1,81	1,59	3,25	2,93	0,315	0,246	306	64	203
	Limet. Rangpur	2,41	2,10	0,198	0,235	1,99	1,56	4,00	3,58	0,374	0,299	342	62	146
	moyenne	2,52	2,17	0,190	0,210	1,70	1,40	4,47	3,36	0,452	0,319	307	54	157
Pomelo Marsh	citrange Troyer	2,58	2,85	0,219	0,182	1,89	2,14	4,16	2,33	0,600	0,468	321	71	236
	mandarinier Cléopâtre	2,69	2,45	0,271	0,208	1,56	1,66	4,22	2,13	0,648	0,434	297	67	189
	<i>Citrus taiwanica</i>	2,70	2,15	0,257	0,205	1,75	1,52	3,32	1,80	0,565	0,345	254	50	141
	Limet. Rangpur	2,76	2,72	0,220	0,225	1,93	2,05	3,13	2,50	0,420	0,399	123	76	193
	Rough lemon	2,57	2,47	0,210	0,209	1,89	2,19	3,79	2,28	0,510	0,378	234	69	239
	moyenne	2,66	2,53	0,235	0,206	1,80	1,91	3,72	2,21	0,549	0,403	246	67	200
Oranger pineapple	citrange Troyer	3,27	2,86	0,217	0,194	1,56	1,80	3,42	2,33	0,605	0,384	275	37	121
	mandarinier Cléopâtre	2,80	3,02	0,209	0,235	1,66	1,52	2,70	2,00	0,502	0,367	248	200	129
	<i>Citrus taiwanica</i>	3,34	2,81	0,208	0,217	1,55	1,69	3,24	1,96	0,621	0,319	87	40	108
	Limet. Rangpur	3,24	2,97	0,225	0,243	1,80	1,71	3,20	1,90	0,419	0,244	107	42	109
	Rough lemon	3,11	2,81	0,194	0,215	1,77	2,08	3,30	2,03	0,435	0,231	66	37	126
	moyenne	3,15	2,89	0,211	0,221	1,67	1,76	3,17	2,04	0,516	0,309	157	71	119
Mandarinier Dancy	citrange Carrizo	3,05	2,95	0,239	0,226	1,92	1,59	3,11	2,24	0,618	0,429	133	43	299
	mandarinier Cléopâtre	3,31	2,72	0,211	0,181	1,80	0,95	3,23	2,63	0,744	0,510	279	78	134
	<i>Citrus taiwanica</i>	3,21	2,74	0,192	0,133	1,85	1,10	2,44	2,35	0,526	0,470	222	73	159
	Limet. Rangpur	3,08	2,88	0,196	0,197	2,03	1,67	2,70	2,20	0,543	0,352	328	67	199
	Rough lemon	2,97	2,77	0,232	0,206	2,16	1,62	3,33	2,45	0,610	0,418	211	73	138
	moyenne	3,12	2,81	0,214	0,189	1,95	1,39	2,96	2,37	0,608	0,436	235	67	186
Limettier mexicain	citrange Troyer	2,78	2,57	0,209	0,264	1,89	1,57	3,17	2,46	0,470	0,374	180	33	171
	mandarinier Cléopâtre	2,66	2,52	0,167	0,193	1,53	0,97	3,98	3,18	0,482	0,404	567	58	164
	<i>Citrus taiwanica</i>	2,83	2,39	0,191	0,226	1,64	1,31	4,34	3,18	0,458	0,332	331	52	242
	<i>Citrus macrophylla</i>	2,74	2,29	0,198	0,165	1,82	1,01	2,68	2,42	0,410	0,281	597	59	172
	Limet. Rangpur	2,96	2,58	0,213	0,262	2,02	1,47	3,12	2,75	0,385	0,302	215	41	136
	Rough lemon	2,71	2,54	0,189	0,260	2,05	1,59	3,93	3,30	0,398	0,391	108	61	194
	moyenne	2,78	2,48	0,196	0,228	1,83	1,25	3,54	2,88	0,434	0,348	333	51	180
Tangélo Orlando	mandarinier Cléopâtre	2,43	2,38	0,195	0,224	1,47	1,20	2,78	2,69	0,724	0,575	316	74	125
	Limet. Rangpur	2,40	2,59	0,174	0,172	1,62	1,46	2,92	2,80	0,565	0,411	608	91	144
	Rough lemon	2,16	2,34	0,142	0,193	1,62	1,53	3,24	3,24	0,462	0,419	338	78	156
	<i>Citrus volkameriana</i>	2,98	2,36	0,183	0,207	1,89	1,65	3,15	2,10	0,450	0,362	303	72	183
	Limontetier de Marrakech	2,61	2,51	0,124	0,169	1,74	1,37	2,45	2,08	0,584	0,433	399	58	147
	moyenne	2,52	2,44	0,163	0,193	1,67	1,44	2,91	2,58	0,559	0,440	393	75	151
Citronnier de Lisbonne	bigaradier	2,30	2,00	0,159	0,191	1,57	1,48	3,28	2,54	0,516	0,295	283	40	157
	citrange Carrizo	2,58	2,03	0,208	0,255	1,50	1,56	3,32	2,57	0,614	0,408	466	32	159
	mandarinier Cléopâtre	2,64	1,83	0,187	0,188	1,29	0,97	3,38	1,92	0,506	0,260	280	45	127
	Limet. Rangpur	2,15	2,42	0,169	0,221	1,65	1,72	3,34	2,74	0,468	0,324	499	57	143
	moyenne	2,42	2,07	0,181	0,214	1,50	1,43	3,33	2,44	0,526	0,322	382	43	147

MADAGASCAR : ESSAI PORTE-GREFFE A IVOLOINA

Planté en juillet 1969 sur une terrasse d'alluvions fluviales, cet essai a été échantillonné trois mois de suite par C. MOREUIL, de décembre 1971 à février 1972. Ainsi, pour chaque couple porte-greffe - greffon, des feuilles de quatre, cinq et six mois sont comparées (tableau 13). L'Ivoloïna est au voisinage immédiat de Tamatave, avec un climat équatorial comportant une saison «froide» (juillet-septembre).

Les teneurs en N, P et Mg sont régulièrement plus basses à cinq mois (janvier 1972) qu'à quatre et six mois, alors qu'une diminution de N et P avec l'âge serait plus normale. Pour le potassium, le même caractère est moins constant. Une première cause paraît résider dans les conditions climatiques et particulièrement la pluviométrie : 382 mm en novembre 1971, 95 mm en décembre, 276 mm en janvier 1972. De plus les fumures ont été appliquées en septembre, puis en décembre : leur effet paraît se manifester dans les feuilles avec un décalage de deux mois.

Azote et phosphore. Les variétés greffées influent plus que les porte-greffe.

Potassium, calcium et magnésium. Les teneurs en K varient sous l'effet combiné de chacun des deux membres de l'association, mais les réactions antagoniques de Ca ou Mg ne sont en général pas évidentes. Toutefois le mandarinier Cléopâtre, utilisé seulement ici pour le pomelo Marsh, montre encore son effet dépressif sur K et son effet augmentatif sur Mg.

Zinc. Le seul fait saillant est l'augmentation graduelle des teneurs avec l'âge des feuilles, plus accentuée entre quatre et cinq mois.

Cuivre. Des apports de sulfate de cuivre opérés en 1969 expliquent les niveaux déjà élevés observés à quatre et cinq mois. Une pulvérisation phytosanitaire à base de viricuire intervenue ensuite provoque la brutale élévation du sixième mois.

Manganèse et fer. Les feuilles s'enrichissent assez généralement en ces deux éléments de quatre à six mois.

Comme au Cameroun et au Mali, le citrange Troyer paraît ne pas assurer une aussi bonne alimentation en Mn que les autres porte-greffe.

GAUDELLOUPE : COMPARAISON DE VARIÉTÉS ET PORTE-GREFFE A NEUFCHATEAU

La Station de Neufchâteau est située à environ 250 m d'altitude et reçoit une forte pluviosité (3.500 mm) ; son sol est constitué d'argile allophanique humifère, déficitaire en magnésium.

Les comparaisons y sont à ce jour encore moins complètes qu'à Madagascar, car en 1971, G. BROUSTEAU n'a pu

trouver suffisamment de feuilles âgées de cinq mois que sur des arbres de collections, d'âges divers. Cependant quelques indications peuvent être tirées du tableau 14.

Azote. Les teneurs varient avec les variétés greffées et aussi avec les porte-greffe. Mais elles sont dans presque tous les cas inférieures à 2,5 p. cent et même 2 p. cent, soit à des niveaux déficients selon les normes de SMITH (il s'agit uniquement de rameaux NF).

Potassium, calcium et magnésium. Les niveaux foliaires de Mg sont nettement plus faibles que dans les autres cas étudiés ici. Le calcium également est nettement plus faible que partout ailleurs et en dessous de la zone optimale de SMITH. Les niveaux de leur antagoniste commun K sont en revanche assez forts.

Le citrange Troyer paraît le mieux s'adapter à cette situation, avec de plus grandes possibilités d'absorption de Mg. Le mandarinier Cléopâtre y parvient presque aussi bien et diminue mieux l'antagoniste K, dont la tendance est parfois excessive. Ces résultats confirment les observations réalisées en Corse, au Mali, au Dahomey, au Cameroun et à Madagascar, sur l'un ou l'autre de ces deux porte-greffe ou les deux à la fois selon les cas, mais toujours en l'absence de déficit magnésien.

CONCLUSION

En Corse, les effets détectés sont confirmés par leur constance au cours des cinq années d'échantillonnages. Sur les autres Stations, un seul prélèvement, deux au maximum, permettent seulement de déterminer des tendances. Il faut surtout se rappeler que dans tous les cas les arbres sont jeunes et, s'ils produisent, ne donnent encore que de faibles récoltes. Lorsqu'ils seront adultes, il est possible que les modifications des rapports de croissance entre leurs différents organes influent sur l'alimentation de leurs feuilles.

Dans le tableau 15, les effets principaux des porte-greffe ont été récapitulés Station par Station. Quelques caractères sont bien constants, outre ceux du *Poncirus trifoliata* et du citronnier de Bornéo utilisés seulement en Corse :

- le mandarinier Cléopâtre possède une forte aptitude à l'absorption de Mg avec un antagonisme très marqué sur K, et sur sol pauvre en P il pourrait ne pas permettre une alimentation normale en cet élément ;

- le citrange Troyer, s'il a de fortes possibilités d'absorption de Mg, est aussi très efficace pour alimenter la plante en P et Fe, avec souvent des réactions antagoniques sur Ca et Mn. Il est cependant connu pour être assez sensible à la chlorose ferrique : le fer foliaire total rend donc très mal compte de cette sensibilité.

Ainsi l'un des critères du choix d'un porte-greffe peut être son aptitude à assimiler les éléments déficients ou à ne pas se laisser gorger par les éléments excédentaires dans le sol du futur verger.

L'approche des immobilisations par l'arbre, tentée en

TABLEAU 13 - Madagascar, Ivoloïna près Tamatave : Teneurs foliaires sur trois mois consécutifs
(1^{er} décembre 1971 ; 13 janvier 1972 ; 13 février 1972 - rameaux non fructifères)

Espèce et variété	Porte-greffe	Age des feuilles (mois)	p. cent de matière sèche					ppm de m.s.			
			N	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Mn	Fe
Citronnier Euréka	<i>Citrus taiwanica</i>	4	2,26	0,155	1,09	4,46	0,543	51	28	34	90
		5	2,08	0,129	0,96	4,72	0,516	77	31	33	153
		6	2,20	0,149	0,98	4,86	0,570	72	198	37	164
	<i>Citrus macrophylla</i>	4	2,24	0,148	0,76	3,27	0,511	27	95	12	103
		5	2,19	0,132	0,92	3,28	0,500	51	48	28	230
		6	2,38	0,158	1,72	4,15	0,485	70	281	56	234
	Limonettier de Marrakech	4	2,48	0,168	1,68	3,41	0,467	36	38	42	65
		5	2,27	0,132	1,29	4,63	0,631	59	20	58	297
		6	2,30	0,170	1,18	3,44	0,642	65	325	24	199
	moyenne	4	2,33	0,157	1,18	3,71	0,507	38	54	29	86
		5	2,18	0,130	1,06	4,21	0,549	62	33	40	226
		6	2,29	0,159	1,29	4,15	0,566	69	268	39	199
Pomelo Marsh	mandarinier Cléopâtre	4	2,43	0,162	1,65	3,50	0,388	40	30	33	67
		5	2,02	0,116	1,14	4,67	0,620	73	4	41	133
		6	2,13	0,131	1,39	4,41	0,635	65	220	41	149
	<i>Citrus volkameriana</i>	4	2,50	0,166	1,48	3,73	0,588	27	10	29	78
		5	2,38	0,124	1,48	4,60	0,335	78	59	37	174
		6	2,56	0,159	1,95	4,02	0,371	62	235	45	162
	moyenne	4	2,47	0,164	1,57	3,62	0,488	34	20	31	73
		5	2,20	0,120	1,31	4,64	0,478	76	32	39	155
		6	2,35	0,145	1,67	4,22	0,503	64	228	43	156
	Oranger Pineapple	citrange Troyer	4	3,04	0,176	1,99	3,92	0,384	37	82	28
5			2,66	0,135	1,45	3,68	0,520	56	8	23	216
6			2,68	0,150	1,56	3,88	0,570	62	254	28	221
<i>Citrus volkameriana</i>		4	2,97	0,180	1,88	3,36	0,627	28	20	21	95
		5	2,40	0,136	1,52	3,84	0,336	45	28	40	144
		6	2,83	0,174	0,94	2,94	0,547	81	526	30	163
moyenne		4	3,01	0,178	1,94	3,64	0,506	33	51	25	85
		5	2,53	0,136	1,49	3,76	0,428	51	18	32	180
		6	2,76	0,162	1,24	3,41	0,559	72	390	29	192
Mandarinier Dancy	citrange Troyer	4	2,97	0,160	1,58	3,30	0,573	21	10	27	114
		5	2,55	0,134	1,43	3,65	0,512	42	8	22	202
		6	2,82	0,150	1,47	3,70	0,522	67	327	28	219
	<i>Citrus volkameriana</i>	4	2,88	0,149	1,70	3,25	0,348	28	48	26	65
		5	2,47	0,133	1,71	3,81	0,285	60	43	40	230
		6	2,87	0,146	1,81	3,90	0,338	72	325	42	127
	moyenne	4	2,93	0,155	1,64	3,28	0,461	25	29	27	90
		5	2,51	0,134	1,57	3,73	0,399	51	26	31	216
		6	2,85	0,148	1,64	3,80	0,430	70	326	35	173

Corse par le calcul du contenu moyen d'une feuille, permet de mieux déterminer l'état nutritionnel des combinaisons porte-greffe - greffon. Visuellement on peut déjà se rendre compte que les dimensions et poids des feuilles d'une même variété peuvent différer selon le porte-greffe, mais que ce dernier n'exerce pas toujours le même effet sur les différen-

tes variétés. Au Cameroun, cependant, le limettier Rangpur provoque très généralement l'apparition des feuilles les plus lourdes.

La répétition ultérieure des analyses conduira à situer les teneurs déterminées par rapport aux normes de CHAPMAN, SMITH et autres auteurs ; mais il paraît probable

TABLEAU 14 - Guadeloupe, Neufchâteau : Teneurs foliaires en juillet 1971
(rameaux non fructifères)

Espèce et variété	Porte-greffe	p. cent de matière sèche				
		N	P	K	Ca	Mg
citronnier Euréka	<i>Citrus macrophylla</i>	1,85	0,089	1,89	1,16	0,314
pomelo Marsh	citrange Carrizo	1,83	0,110	1,90	1,87	0,298
oranger Pineapple	citrange Troyer	2,52	0,167	1,98	1,80	0,280
	citrange Carrizo	1,79	0,125	1,64	2,12	0,225
oranger Hamlin	citrange Troyer	2,55	0,126	1,69	2,23	0,362
	citrange Carrizo	2,05	0,164	2,27	2,25	0,279
	mandarinier Cléopâtre	2,50	0,165	1,57	2,32	0,324
mandarinier Commun	citrange Troyer	2,41	0,139	1,35	2,28	0,300
Limettier Bears	citrange Troyer	1,73	0,168	1,86	1,59	0,272
	mandarinier Cléopâtre	1,60	0,128	1,17	1,93	0,271
	<i>Citrus macrophylla</i>	2,11	0,131	2,30	1,57	0,198
tangélo Orlando	citrange Troyer	1,52	0,100	1,53	3,36	0,372
	citrange Carrizo	1,76	0,105	2,23	1,57	0,273

TABLEAU 15 - Effets les plus marquants des principaux porte-greffe dans les différentes stations.

	Corse	Mali	Dahomey	Cameroun	Madagascar	Guadeloupe
bigaradier	N - P - Ca +	P - ? Ca +	N - ? K +			
citrange Troyer	Ca - P +	Ca - Mn - P + Mg + Fe +	K - Mg + Fe +	Mn - Mg +	Mn -	Mg +
citrange Carrizo		Fe +	Fe +	Mn - P +		
<i>Poncirus trifoliata</i>	Ca - N + P + K +					
mandarinier Cléopâtre	N - P - K - Ca + Mg +	P - K - Mg + Mn +	N - ?	K - Mg +	K - Mg +	K - Mg +
<i>Citrus taïwanica</i>		Zn - Cu - Fe - Ca + Mn +	Ca +	K -		
<i>Citrus macrophylla</i>		Ca - Mg - K + Mn +	Ca - Mg - K +			
limettier Rangpur			Ca - Mg - K + Cu +	K + Mn +		
citronnier de Bornéo	Ca - K +					

- : diminue les teneurs + : augmente les teneurs X : non expérimenté

qu'au moins pour certains éléments des normes particulières devront être établies pour s'adapter aux conditions écologiques locales et aussi aux variétés étudiées.

BIBLIOGRAPHIE

1. BAR AKIVA (A.), HILLER (V.) et PATT (J.).
Effects of rootstocks, old clones and nucellar scions on the mineral composition of Citrus tree leaves.
J. hort. Sci., 1971, vol. 47, p. 73-79.
2. CHAPMAN (H.D.).
Diagnostic criteria for plants and soils, 1966
Univ. of California, Div. of agr. Sci., 793 p.
3. DE VILLIERS (J.I.) et BEYERS (C.J.).
Leaf analysis as a guide to fertilization in commercial range growing.
Plant Analysis and Fertilizer. Problems, 1961, vol. 3, p. 107-119.
4. GONZALES-SICILIA DE JUAN (E.) et al.
Patrones para agríos. I. Estudios preliminares de afinidad.
Bol. Inst. nac. Inv. agr., Madrid, 1965, vol. 62, p. 181-202.

5. LACOEUILHE (J.J.), MARCHAL (J.), CASSIN (J.) et MARTIN-
PREVEL (P.).
Aspects physiologiques de défoliations anormales des agrumes
en Corse.
*II. Coloquio europeo y mediterraneo sobre el control de la fertiliza-
ción de las plantas cultivadas*, Sevilla, 1968, p. 559-572.
6. MINESSY (P.A.) et BAHRY (N.).
Effect of sour orange and Cléopâtre mandarin rootstocks on the
level of different mineral constituents in six Citrus varieties.
XVII^e International Horticultural Congress, 1966, vol. 1.
7. SMITH (P.F.).
Leaf analysis of Citrus,
in : *Fruit Nutrition*, ed. by CHILDERS (N.F.), Rutgers - the State
University, New-Brunswick, 1966, p. 208-228.



engrais potassiques

RENSEIGNEMENTS - DOCUMENTATION
SCPA SOCIETE COMMERCIALE DES POTASSES ET DE L'AZOTE
 11, av. de FRIEDLAND - PARIS 8° - Tél. : 225-74-50 - Telex : 28 709 POTA-PARIS