

Développement et teneurs foliaires en cations de *Citrus volkameriana* élevés hors-sol sous abri et différenciés en alimentation potassique.

A. MORISOT, N. SEGUR-FANTINO, M. MONTARONE,
N. BALLINO et J.C. PIONNAT*

PLANT DEVELOPMENT AND LEAF CATIONIC CONTENTS OF *CITRUS VOLKAMERIANA* GROWN IN GREENHOUSE WITH SOILLESS SYSTEM AND DIFFERENTIATED BY POTASSIUM FEEDING.

A. MORISOT, N. SEGUR-FANTINO, M. MONTARONE,
N. BALLINO and J.C. PIONNAT.

Fruits, Nov.-Dec. 1990, vol. 45, n° 6, p. 609-614.

ABSTRACT - With the aim to contribute to define a procedure for quickly screening rootstocks for their sensitivity to a fungus [*Phoma tracheiphila* (Petri) Kanc. Ghik.], young seedlings of *Citrus volkameriana* were bred under glasshouse on a soilless system with 5 potassium levels (2, 4, 6, 8 or 10 mmol.K.l⁻¹). Phytotechnic results about plant development and leaf cationic contents are reported here. Soilless growing in greenhouse results in a faster development and shorten the time (3 months versus 6) needed to obtain plants usable in the sensitivity test. Plant height and number of leaves are maximum when using the 2 nutritions with intermediate K content, i.e. 6 and 8 mmol.l⁻¹.

The vertical distributions along the plant of K, Ca and Mg leaf contents are observed. The evolution of the K distribution between 3, 5 and 6 months old plants is characterized. It shows a strong influence of K nutrition, older leaves acting either as sources or sinks for K. An effect of the K and Mg antagonism is clearly observed.

INTRODUCTION

Une des maladies cryptogamiques des agrumes les plus redoutées actuellement est provoquée par *Phoma tracheiphila* (PETRI) KANC. GHIK. et porte le nom de «mal secco». Une voie de recherche suivie pour lutter contre ce parasite est l'étude de la résistance des porte-greffe. Dans ce cadre, des phytopathologistes tentent d'élaborer un test conventionnel de sensibilité en recourant à la culture hors-sol et sous abri pour la production des jeunes plants testés.

Par ailleurs, des observations effectuées sur le terrain incitent à émettre l'hypothèse d'une influence de la nutri-

DEVELOPPEMENT ET TENEURS FOLIAIRES EN CATIONS DE *CITRUS VOLKAMERIANA* ELEVES HORS-SOL SOUS ABRI ET DIFFERENCIES EN ALIMENTATION POTASSIQUE.

A. MORISOT, N. SEGUR-FANTINO, M. MONTARONE,
N. BALLINO et J.C. PIONNAT.

Fruits, Nov.-Dec. 1990, vol. 45, n° 6, p. 609-614.

RESUME - Pour aider à l'élaboration d'un test de phytopathologie, un élevage hors-sol et sous serre de *Citrus volkameriana* est étudié. Le traitement expérimental correspond à 5 solutions différenciées par la teneur en potassium (2, 4, 6, 8 ou 10 mmol.K.l⁻¹). Les résultats agronomiques sur le développement des plants et sur la composition cationique des feuilles sont seuls rapportés ici.

L'élevage hors-sol et sous abri accélère le développement. Il raccourcit de 6 à 3 mois le délai d'obtention des plants dans le cadre du test de sensibilité à *Phoma tracheiphila*. Le développement connaît un maximum avec 2 solutions nutritives de teneurs en K intermédiaires (6 et 8 mmol.l⁻¹).

Les profils de teneur foliaire en K, Ca et Mg à 3, 5 et 6 mois d'âge sont décrits. Leur évolution entre ces dates dépend fortement de l'alimentation potassique qui détermine l'apparition de remobilisation ou accumulation selon les éléments et la concentration de K apportée. Notamment, un effet d'antagonisme entre Mg et K est observé.

tion minérale des agrumes sur leur sensibilité à cette maladie. Plus précisément, le «mal secco» semblerait, au moins en Sicile, apparaître plus fréquemment sur des sols pauvres en potassium.

Une culture expérimentale commune a donc été réalisée par des phytopathologistes et agronomes dans ce double objectif d'accélérer la réalisation du test de sensibilité à *Phoma tracheiphila* et d'évaluer l'influence de l'alimentation potassique sur cette sensibilité. Les résultats phytopathologiques de ce travail ont été présentés par PIONNAT et SEGUR-FANTINO (1987). Ce sont les observations agronomiques de l'effet de la culture forcée sur le développement des plants et de la différenciation de leurs teneurs en cations par les modulations de leur alimentation qui sont publiées ici.

* - A. MORISOT, M. MONTARONE et N. BALLINO - INRA, Station d'Agronomie et de Physiologie végétale - B.P. 2078 - F-06606 Antibes.
N. SEGUR-FANTINO et J.C. PIONNAT - INRA, Station de Pathologie végétale - B.P. 2078 - F-06606 Antibes.

MATERIELS ET METHODES

Conditions expérimentales.

Citrus volkameriana a été choisi car ce porte-greffe bien étudié (par exemple, BLONDEL, 1962) présente en association avec le citron ou le cédrat des caractéristiques de vigueur, de résistance à divers pathogènes et d'adaptation au froid appréciées (BLONDEL *et al.*, 1986 a et b).

Le 30 septembre, on effectue un semis d'embryons nucellaires sur sable sous serre. Puis, on repique le 16 décembre chaque plant dans un pot de 20 litres rempli de perlite. La serre est chauffée à 20°C de janvier à avril. De mai à juillet, les températures oscillent entre 16 et 33°C.

On utilise une irrigation fertilisante par goutteur, avec électrovanne commandée par horloge programmable (11 arrosages quotidiens ; pour suivre le développement les doses augmentent uniformément pour les 5 traitements, passant de 200 à 550 ml par apport). La solution nutritive est fournie en important excès, la moitié du volume apporté draine. Le but est de limiter par un fréquent et large renouvellement les accumulations ou appauvrissements d'éléments au contact des racines. Les variations de composition sont donc minimisées dans la mesure du possible, mais sont encore détectables au drainage.

Le traitement expérimental correspond à 5 solutions différenciées surtout par la teneur en potassium. Mais pour équilibrer ces solutions en maintenant constants l'azote total et le pH nous avons apporté des teneurs différentes en KCl, et pour les 2 solutions les moins pourvues des compléments azotés en NH₄Cl.

La composition des solutions nutritives est la suivante (mmol.l⁻¹) : (tableau ci-dessous).

Prélèvements.

Cent jours après repiquage (25/03), 1 plant des 2 modalités extrême, S₂ et S₁₀, est sacrifié. Les 10 feuilles disponibles à ce stade sont analysées individuellement. N'échantillonner qu'un seul plant par traitement est peu satisfaisant ; c'est précisément pour obtenir des observations à des périodes intermédiaires sans perte d'effectifs que nous avons évalué l'intérêt d'analyser les épines à la place des feuilles (MORISOT *et al.*, 1991).

A 160 jours (29/05), un plant de chaque modalité est échantillonné. Dix sept feuilles, régulièrement réparties de la 3e à la 44e, sont analysées individuellement.

A 195 jours (2/07), pour 6 plants de chaque modalité on définit 4 niveaux de prélèvement (figure 1), chacun

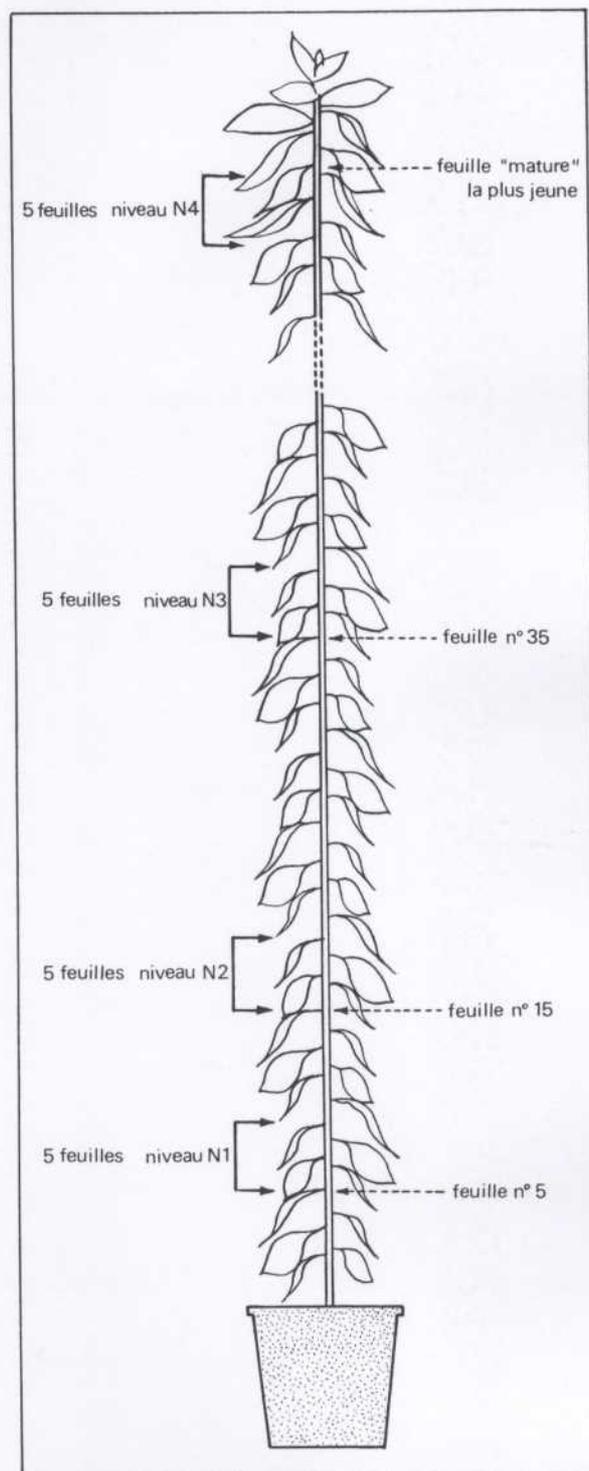


FIGURE 1 - Présentation schématique de la localisation des échantillons prélevés à 195 jours.

	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	PO ₄ H ₂ ⁻	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
pour S ₂	8	3	2	2	4	1	3	1
pour S ₄	10	1	2	4	4	1	1	1
pour S ₆	11	0	2	6	4	1	1	1
pour S ₈	11	0	2	8	4	1	3	1
pour S ₁₀	11	0	2	10	4	1	5	1

comporte 5 feuilles (30 feuilles/échantillon = 6 plants x 5 feuilles). Le niveau N1 est constitué des feuilles de rang 5 à 9, N2 des feuilles 15 à 19, N3 des feuilles 35 à 39 et N4 des 5 dernières feuilles matures apparues sur chaque plant. On qualifie de matures les feuilles qui ont atteint leur taille définitive et acquies une cuticule complètement développée.

Techniques analytiques.

Les échantillons végétaux sont stabilisés par séchage rapide aux infrarouges à 95°C, puis séchés à 80°C jusqu'à poids constant. L'extraction en milieu acide (HCl N) est pratiquée après validation par comparaison avec la minéralisation classique. Les dosages sont faits par spectrophotométrie d'émission (K) ou d'absorption atomique dans un tampon spectral au chlorure de lanthane (Ca, Mg).

RESULTATS ET DISCUSSION

Développement des plants.

Le développement est estimé par comptage hebdomadaire du nombre de feuilles par plant (figure 2). On constate sa rapidité pour toutes les solutions nutritives testées. A partir du 9 juin (170 jours après repiquage) les effets de ces solutions sont significativement différenciés par la comparaison des moyennes selon la méthode de SCHEFFE. A la récolte (30 juin) on conclut à la supériorité de S8 sur tous les traitements excepté S6, et à l'infériorité de S2 sur tous les autres. S8 fournit alors presque deux fois plus de feuilles que S2. L'effet de la composition potassique de la solution sur le développement du plant exprimé par le nombre de feuilles montre un maximum pour 6 à 8 mmol.K.l⁻¹.

Le développement des plants est considérablement accéléré par ce mode de culture hors-sol et sous abri. Cet effet est manifeste avec toutes les solutions nutritives. Même la plus défavorable (S2) divise par 2 le délai nécessaire en plein champ pour atteindre le même nombre de feuilles. D'ailleurs, les cultures en vraie grandeur conduites en hors sol et sous abri par des horticulteurs montrent également une grande précocité (R. BRUN, communication orale).

Cette accélération du développement permet de raccourcir la mise en oeuvre du test de sensibilité à *Phoma tracheiphila*. En effet, LUISI *et al.* (1978) ont montré que les feuilles trop jeunes, de moins de 6 mois, ne permettaient pas de différencier des réactions au pathogène. Et PIONNAT et SEGUR-FANTINO (1987) prouvent que les feuilles produites ainsi, qui sont pourtant d'un âge chronologique de 3 mois, se révèlent déjà susceptibles de différenciation à ce même test. On peut raisonnablement faire l'hypothèse que c'est l'âge physiologique des feuilles qui détermine leur comportement vis-à-vis du champignon. Donc, la culture hors-sol sous abri raccourcit efficacement (de moitié dans nos conditions) le délai avant démarrage du test de sensibilité.

Alimentation minérale des plants.

Le drainage des pots de culture est recueilli afin de préciser les conditions de l'alimentation minérale des plants

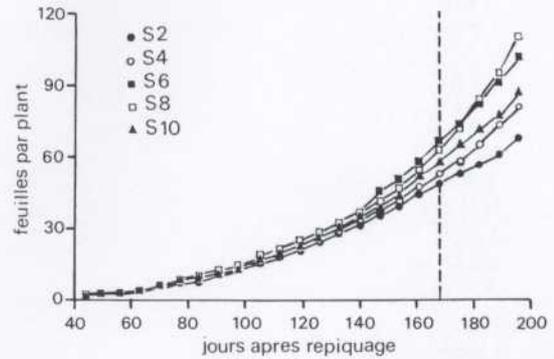


FIGURE 2 - Cinétique de développement des plants : évolution du nombre de feuilles par plant pendant la culture (moyenne sur 20 plants par modalité).

La ligne tiretée verticale indique la date à partir de laquelle les différences de développement deviennent statistiquement significatives.

induites par les solutions nutritives. La figure 3 montre que ce drainage a une composition généralement proche de l'apport. Les teneurs en K sont semblables entre apport et drainage pour S2. Cela s'explique par l'importance voulue du drainage dont le volume représente la moitié de celui de l'apport. Il a ainsi été possible d'obtenir une croissance accélérée sans manifestation de déficience en potassium, en fournissant en excès volumique cette solution pauvre en K.

Profil le long des plants des teneurs foliaires en K, Ca et Mg.

- A 100 jours pour les 2 modalités extrêmes S2 et S10.

La figure 4 montre ces profils de répartition des teneurs

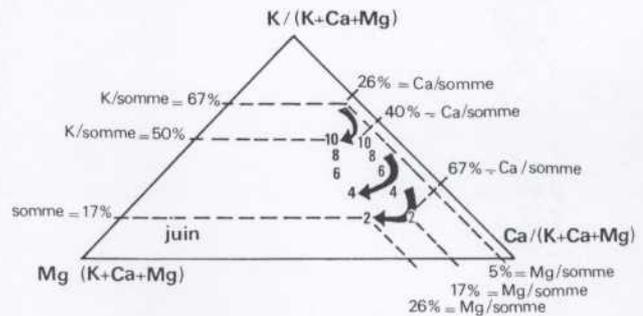


FIGURE 3 - Proportion de chaque cation dans les solutions nutritives et de drainage. Cette proportion est calculée selon le rapport exprimé en pourcentage : (teneur du cation en meq/l)/(somme des teneurs des 3 cations en meq/l).

Le chiffre maigre indique le n° de la solution nutritive, le chiffre gras celui de la solution de drainage correspondante observée en juin.

La flèche décrit l'évolution de cette proportion d'avril à juin. Pour faciliter la lecture, cette évolution n'est représentée que pour les solutions S2, S4 et S10.

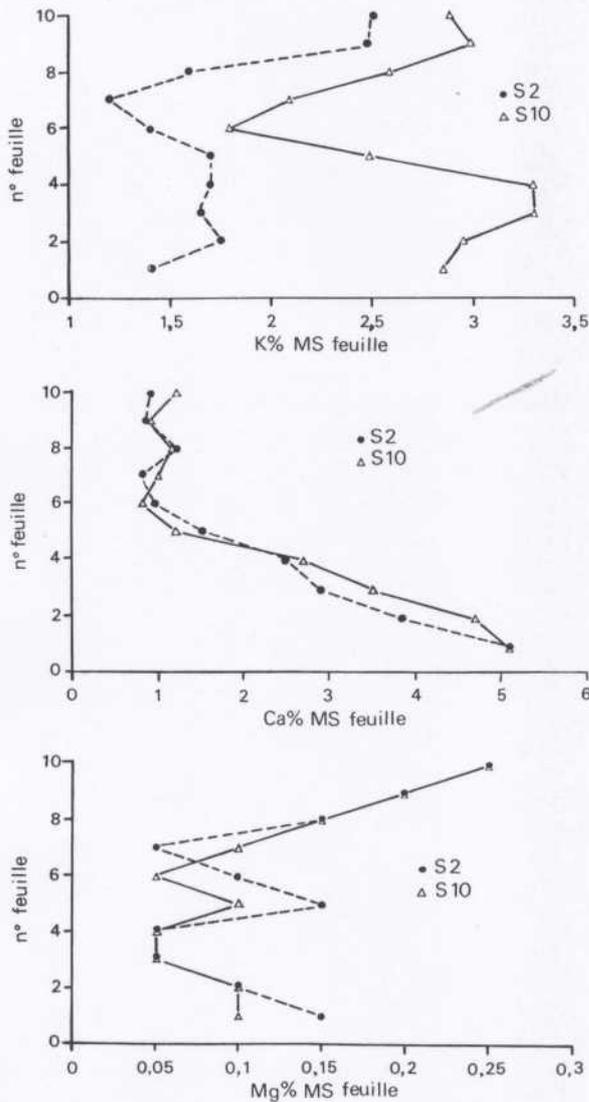


FIGURE 4 - Profils de répartition le long du plant des teneurs en K, Ca ou Mg obtenus avec les solutions extrêmes S2 et S10, et observés 100 jours après repiquage.

dans les feuilles successives. Le système foliaire de S10 est partout mieux pourvu en K que celui de S2. De plus, pour un même plant, la teneur en K d'une feuille dépend de sa position. Les feuilles les plus jeunes sont les plus riches en K parmi les plus riches quel que soit le traitement. Avec S10, les feuilles les plus âgées peuvent être aussi riches. Mais avec S2 elles sont nettement moins pourvues en K. Ce sont donc les feuilles âgées qui révèlent avec le plus de sensibilité la différenciation potassique. Par ailleurs, faute de référentiel propre à l'espèce étudiée, les teneurs observées ont été rapprochées des références disponibles pour oranger (JONES et EMBLETON, 1969) : ces valeurs supérieures à 1,1 p. 100 même avec l'alimentation la plus diluée S2 seraient qualifiables d'élevées avec la réserve due à l'extrapolation spécifique.

Les profils de répartition établis pour le calcium montrent un gradient intense. Les feuilles les plus riches sont les plus âgées. Les teneurs diminuent très rapidement lorsqu'on

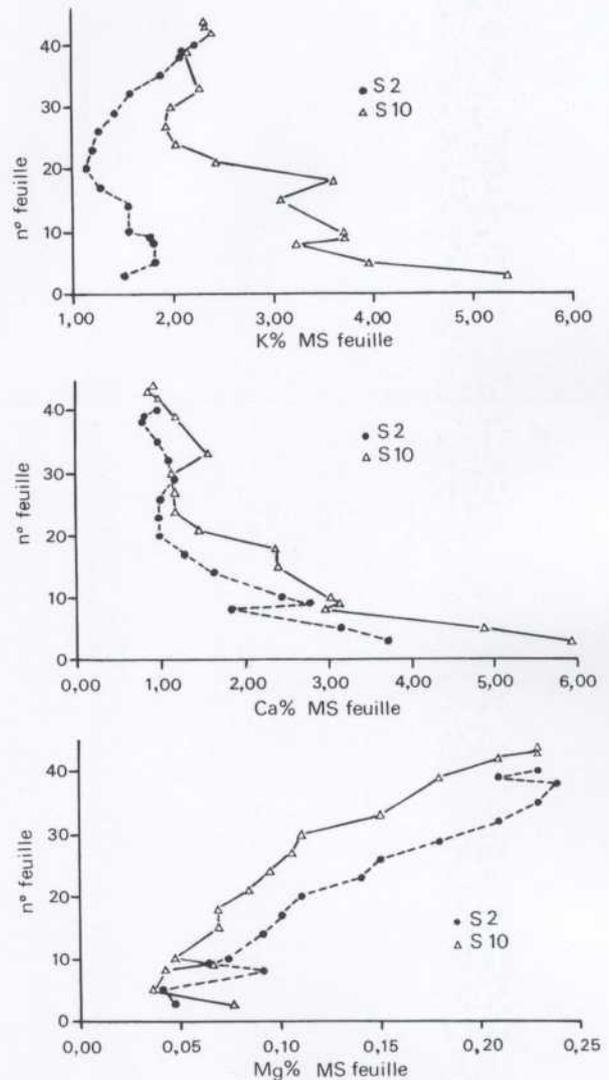


FIGURE 5 - Profils de répartition le long du plant des teneurs en K, Ca ou Mg obtenus avec les solutions extrêmes S2 et S10, et observés 160 jours après repiquage.

remonte le plant et se stabilisent à une valeur proche de 1 p. 100 MS pour les feuilles récentes. Notons que la teneur très élevée en K de la solution S10 n'induit pas la baisse de teneur en Ca dans le plant que la compétition entre les absorptions de ces cations pouvait faire craindre.

Les profils de teneurs pour le magnésium sont encore peu différenciés par les 2 modalités d'alimentation en potassium.

● A 160 jours pour les 5 modalités.

Les profils de potassium établis à 160 jours (figure 5) montrent que (sauf pour les feuilles les plus jeunes) l'étalement des teneurs entre les 5 modalités s'est élargi pour K et Ca et qu'il est apparu pour Mg. Mais l'orientation du gradient du profil des teneurs le long d'un plant de 5 mois dépend de sa nutrition potassique : alimentés avec S2 et S4, les plants ont des teneurs en K croissantes vers le haut.

L'inverse est observée avec S8 et S10. La comparaison à 100 et 160 jours des teneurs en K des feuilles 3 à 10 avec S10 montre une augmentation sur ces 2 mois. Ces feuilles âgées obtenues avec la solution la plus concentrée auraient donc continué à accumuler du potassium.

L'absence d'effet dépressif induit par K sur Ca dans la composition de la feuille est confirmée. On observe même un effet positif : le calcium dans les feuilles âgées augmente régulièrement avec le niveau de l'alimentation potassique.

Les profils de répartition du magnésium montrent les valeurs les plus élevées dans les feuilles récentes. De plus, on observe à 5 mois une influence des modalités d'alimentation potassique sur les teneurs foliaires en Mg. Elle pourrait exprimer l'effet antagonique de ces cations : la teneur en Mg des feuilles 10 à 35 est supérieure avec S2 et S4, solutions les moins pourvues en K, mais aussi dans lesquelles l'ammonium est présent. Cet effet favorable sur Mg pourrait donc correspondre à une diminution de la compétition pour l'absorption lorsque la concentration apportée en K est abaissée. Cette diminution ne serait alors pas annulée par l'apport de NH_4 (autre cation susceptible d'antagonisme) parce que la part du Mg dans la somme équivalente des cations passe de 0,100 pour S10 à 0,133 pour S4.

- A 195 jours pour les 5 modalités.

Les profils moyens de répartition des 3 cations ont les mêmes allures qu'aux 2 dates précédentes.

Pour K, les feuilles âgées (N1, N2 et N3) sont les plus différenciées : les teneurs vont du simple au double (par exemple pour N1 de 1,8 à 3,5 p. 100 MS) entre les 2 traitements extrêmes. Les feuilles matures récentes du niveau N4 sont moins différenciées (1,6 à 2,4 p. 100 MS).

Comme auparavant, les feuilles les plus riches sont les plus âgées pour Ca, et les plus récentes pour Mg.

- Evolution entre ces dates.

Au niveau N1 (feuilles 5 à 9), les teneurs connaissent des évolutions importantes entre 100 et 160 jours pour les 3 éléments.

Entre ces 2 dates, la teneur en K baisse de 1 p. 100 MS avec la solution à 2 mmol.K.l⁻¹, et augmente de 1,5 p. 100 MS avec la solution à 10 mmol.K.l⁻¹. Il semble qu'avec les solutions pauvres une partie du potassium de ces feuilles matures soit remobilisée au profit des feuilles en croissance ; avec les solutions riches, cet élément a continué à s'accumuler dans les feuilles âgées.

Entre les mêmes dates et avec toutes les solutions nutritives, les teneurs en Ca augmentent de près de 2 p. 100 MS comme cela est classiquement observé sur des feuilles vieillissantes, alors que les teneurs en Mg diminuent nettement puisqu'elles sont divisées par 2.

Entre 160 et 195 jours les teneurs sont stables quels que soient la modalité nutritive et l'élément considéré. La composition de ces feuilles semble, alors, connaître un palier.

Au niveau N2 (feuilles 15 à 19) et entre 160 et 195 jours, les teneurs sont toutes stables.

Au niveau N3 (feuilles 35 à 39) et entre les mêmes dates, les teneurs restent stables dans la plupart des situations. Les exceptions sont l'abaissement de 1 p. 100 MS du potassium avec la solution à 2 mmol.K.l⁻¹ et une légère baisse des teneurs en magnésium quelle que soit l'alimentation. Ces diminutions résultent probablement de la redistribution de ces 2 éléments depuis ces feuilles de position intermédiaire vers de plus jeunes en cours de croissance. On constate d'ailleurs que les teneurs en K et Mg des feuilles plus élevées (niveau N4) sont effectivement supérieures. Ces dernières feuilles semblent bien fonctionner comme puits avant de devenir à leur tour sources.

Ces évolutions de teneurs (observées sur un bref délai de 3 mois) correspondent avec celles signalées par CASSIN *et al.* (1969) ou EMBLETON *et al.* (1969) en suivant les variations de composition de feuilles pendant 2 années : les teneurs en K et Mg diminuent avec le temps, alors que la teneur en Ca augmente. Ces auteurs notent une corrélation négative entre K et Mg, opposition manifeste dans notre expérimentation. A l'opposé, nos résultats ne manifestent jamais la compétition observée par CASSIN *et al.* (1969) entre K et Ca.

CONCLUSION

Ce travail montre que les plants de *Citrus volkameriana* élevés hors-sol et sous abri ont connu des développements fortement accélérés sur au moins 6 mois quelle que soit leur nutrition. Ce développement est optimum dans nos conditions avec les solutions médianes à 6 et 8 mmol.K.l⁻¹. Ce cadre cultural a raccourci de 6 à 3 mois le délai d'obtention de plants utilisables dans le cadre d'un test de sensibilité à *Phoma tracheiphila*.

L'étude de la composition cationique du feuillage des plants révèle les valeurs élevées en potassium (même lorsque la solution nutritive n'en contient que 2 mmol.K.l⁻¹) et en calcium, mais aussi les faibles valeurs en magnésium lorsque l'effet de compétition provoqué par les alimentations concentrées en potassium se manifeste. A titre de comparaison, nous proposons de situer ces valeurs dans la principale échelle de référence disponible pour agrumes : celle de JONES et EMBLETON (1969) établie pour oranger et feuilles de la pousse printanière prélevées vers 5 à 7 mois d'âge sur des rameaux non fructifères. Dans notre cas, les feuilles de rang 5 à 10 (niveau N1) prélevées 6,5 mois après repiquage s'en rapprochent le plus. Donc sans nier les différences d'espèce et de saison, nous observons des teneurs en K comprises entre 1,8 et 3,5 p. 100 MS, valeurs qui seraient élevées (jusqu'à 2 p. 100) ou excessives dans le référentiel de l'oranger, des teneurs en Ca de 2,3 à 3,7 p. 100 MS, valeurs faibles (jusqu'à 3 p. 100) ou optimales, et des teneurs en Mg de 0,04 à 0,07, valeurs déficientes pour l'oranger.

L'évolution des profils de teneurs foliaires en K le long des plants, étudiée entre 3 et 6 mois d'âge, dépend fortement de l'alimentation potassique. Dans le plant alimenté avec 2 mmol.K.l⁻¹, cet élément est remobilisé depuis les feuilles matures intermédiaires vers les plus jeunes en croissance, alors qu'il continue à s'accumuler jusqu'à 5 mois

dans les feuilles plus âgées alimentées avec 10 mmol.K.l^{-1} . Cette variabilité de forme des profils de répartition de ces teneurs peut être mise à profit pour asseoir un diagnostic sur la disponibilité du potassium pour le plant : un profil avec valeurs inférieures dans les feuilles moyennes ou âgées (tel que celui de S2 sur la figure 5) exprimera le rôle de la redistribution résultant d'une disponibilité restreinte, d'autant plus restreinte que la concavité du profil sera importante. A l'opposé, un profil avec des valeurs supérieures vers le bas (celui de S10) manifeste l'accumulation permise par

une large disponibilité. Cette observation sur le profil de répartition nous paraît plus riche et plus sûre que la seule comparaison d'une teneur à une échelle de référence.

REMERCIEMENTS

Mesdames C. OTTO, C. COVIELLO et Monsieur Y. TARERE sont responsables du travail d'analyse minérale essentiel à cette publication, qu'ils en soient remerciés.

BIBLIOGRAPHIE

- BLONDEL (L.). 1962.
Etudes récentes réalisées sur les Citrus à la Station expérimentale d'agrumiculture de Boufarik (Algérie).
6e Congrès international de l'agrumiculture méditerranéenne, Nice, 20-24 mai, p. 360-363.
- BLONDEL (L.), JACQUEMOND (C.), VANNIERE-DAVOUS (Marie Pascale) et LELIEVRE (F.). 1986 a.
Essai de porte-greffe pour le cédratier de Corse.
Fruits, 41 (9), 525-530.
- BLONDEL (L.), JACQUEMOND (C.), VANNIERE-DAVOUS (Marie-Pascale) et LELIEVRE (F.). 1986 b.
Essai de porte-greffe pour le citronnier en Corse.
Fruits, 41 (10), 581-586.
- CASSIN (J.), BLONDEL (L.), BOVE (J.M.), BOVE (C.), JOLIVET (E.), LACOEUILHE (J.J.), LAFLECHE (D.), LOSOIS (P.), MARCHAL (J.), MARTIN-PREVEL (P.), NICOL (M.Z.) et MOULINIER (H.). 1969.
General study of leaf analysis and Citrus fruit analysis under corsican environmental conditions.
in «*Proc. 1st intern. Citrus symposium*», vol. 3, 1689-1711.
- EMBLETON (T.W.), JONES (W.W.), PAGE (A.L.) and PLATT (R.G.). 1969.
Potassium and California Citrus.
in «*Proc. 1st intern. Citrus symposium*», vol. 3, 1599-1603.
- JONES (W.W.) and EMBLETON (T.W.). 1969.
Development and current status of Citrus leaf analysis as a guide to fertilization in California.
in «*Proc. 1st intern. Citrus symposium*», vol. 3, 1669-1671.
- LUISSI (N.), DE CICCIO (V.), CUTULI (G.) and SALERNO (M.). 1978.
Factors in early testing for Citrus mal secco resistance.
Proc. Int. Soc. Citriculture, 197-200.
- MORISOT (A.), SEGUR-FANTINO (N.), MONTARONE (M.), BALLINO (N.) et PIONNAT (J.C.). 1991.
Etude de la corrélation des teneurs en K, Ca ou Mg entre feuilles et épines de *Citrus volkameriana*.
Agronomie, à paraître.
- PIONNAT (J.C.) et SEGUR-FANTINO (N.). 1987.
Influence de la nutrition potassique sur la réceptivité du *Citrus volkameriana* au *Phoma tracheiphila* (PETRI) KANC. GHK.
Fruits, 42 (4), 235-241.

DESARROLLO Y CONTENIDOS FOLIARES EN CATIONES DE CITRUS VOLKAMERIANA PRODUCIDOS FUERA-DE-SUELO BAJO PROTECCION Y DIFERENCIADOS EN ALIMENTACION POTASICA.

A. MORISOT, N. SEGUR FANTINO, M. MONTARONE, N. BALLINO y J.C. PIONNAT.

Fruits, Nov.-Dec. 1990, vol. 45, n° 6, p. 609-614.

RESUMEN - Para ayudar a la elaboración de un test de fitopatología, se estudia una producción fuera-de-suelo y bajo invernadero de *Citrus volkameriana*. El tratamiento experimental corresponde a cinco soluciones diferenciadas por el contenido en el potasio (2, 4, 6, 8 o 10 mmol.K.l^{-1}). Sólo se da cuenta aquí de los resultados agronómicos sobre el desarrollo de las plantas y sobre la composición catiónica de las hojas.

La producción fuera-de-suelo y bajo protección acelera el desarrollo. Rebaja de 6 a 3 meses el plazo de obtención de las plantas en el marco del test de sensibilidad a *Phoma tracheiphila*. El desarrollo conoce un máximo con 2 soluciones nutritivas de contenidos en K intermedios (6 y 8 mmol.l^{-1}).

Se describen los perfiles de contenido foliar en K, Ca y Mg a 3, 5 y 6 meses de edad. Su evolución entre estas fechas depende fuertemente de la alimentación potásica que determina la aparición de removilización o acumulación según los elementos y la concentración de K aportada. Se observa, principalmente, un efecto de antagonismo entre Mg y K.

