

Influence du nitrate de calcium sur la croissance, la composition minérale et les équilibres ioniques du clémentinier alimenté avec une solution nutritive enrichie en chlorure de sodium.

A. KHELIL*

INTRODUCTION

L'effet favorable des apports minéraux (azote, phosphore, calcium) sur la croissance des plantes et leur résistance en milieu salin ayant été montré par de nombreux auteurs, nous avons recherché ce même effet chez les agrumes qui peuvent être considérés comme des plantes sensibles au chlorure de sodium.

L'ion nitrate étant l'antagoniste de l'anion (chlore) et l'ion calcium l'antagoniste du cation (Na) du sel toxique (NaCl), on pensait pouvoir améliorer la nutrition de la plante en lui apportant du nitrate de calcium dans des proportions importantes.

Pour vérifier cette hypothèse, nous avons cherché à connaître l'incidence du nitrate de calcium sur les réactions du clémentinier irrigué avec une solution saline. On a également étudié la répartition des éléments minéraux dans les différents organes du clémentinier ainsi que les teneurs en chlorophylles a et b dans les feuilles.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Conditions expérimentales.

Dans un premier essai nous avons utilisé des plants greffés d'une même variété (clémentinier) sur différents porte-greffe (citrange Troyer, bigaradier, Poncirus).

Les plants ont été cultivés en serre dans des pots, sur du gravier régulièrement arrosé avec une solution nutritive (tableau 1) pendant une durée de dix mois. A la fin de cette période, on a continué à irriguer un lot avec la même solution (lot témoin), un deuxième lot avec la solution nutritive additionnée de 2 g NaCl par litre et un troisième lot avec la solution témoin additionnée de 2 g NaCl par litre et 5 g Ca (NO₃)₂ par litre. Après quatre mois de culture en présence de ces trois traitements, on a déterminé le nombre de feuilles présentant des symptômes de toxicité, la croissance des plantes et on a séparé les différentes parties de la plante (greffon et porte-greffe) aux fins d'analyses.

Dans un second essai nous avons pris les mêmes associations de porte-greffe, greffon et les mêmes porte-greffe que nous avons irrigués avec la même solution nutritive (tableau 1) jusqu'à l'âge de quatre mois. A la fin de cette période et durant quatre mois les plantes ont reçu les mêmes traitements que ceux de l'essai précédent.

Préparation des échantillons.

A la fin du premier essai, les organes de la variété (feuilles, rameaux, tiges) et des porte-greffe (tiges, racines) sont séparés et séchés, avant l'analyse.

A la fin du second essai, nous avons déterminé les teneurs en chlorophylles à partir de rondelles prélevées au niveau des limbes et sur le reste des feuilles on a dosé les éléments minéraux.

Extraction de la chlorophylle.

Dans un mortier en pyrex, 4 g de sable et 250 g de ron-

* - Maître assistant, Département des Cultures pérennes, Institut national agronomique - Alger

delles de 8 mm de diamètre (limbe) prélevés à raison d'une rondelle par feuille et tantôt d'un côté de la nervure principale du limbe tantôt de l'autre sont broyés énergiquement en présence d'acétone à 80 p. 100.

L'extrait obtenu est décanté sur un entonnoir à plaque de verre fritté. On reprend le broyage en présence d'une quantité d'acétone à 80 p. 100 jusqu'à décoloration complète des pigments chlorophylliens.

Après extraction totale, on conserve l'extrait à l'obscurité jusqu'au moment du dosage qui a lieu tout de suite après cette opération. L'extraction est conduite en lumière atténuée.

Dosage.

Les teneurs en Chl a et Chl b sont déterminées par colorimétrie à des longueurs d'ondes de 645 et 663 m μ . Tous les échantillons sont mesurés à l'une des deux longueurs d'onde puis à la seconde. Les teneurs en Chl a et Chl b sont calculées d'après la formule de MAC KINNEY :

$$\left. \begin{array}{lll} \text{Chl a} : 12,7 & \text{D } 663 - 2,69 & \text{D } 645 \\ \text{Chl b} : 22,9 & \text{D } 645 - 4,68 & \text{D } 663 \end{array} \right\} \text{ en mg/l}$$

Les analyses des éléments minéraux ont été effectuées après broyage et homogénéisation sur la poudre sèche de feuilles, rameaux, tiges de clémentinier, échantillonnés après quatorze mois d'expérience.

Le potassium, le calcium, le magnésium et le fer sont dosés par spectrophotométrie d'absorption atomique, après mise en solution des cendres dans l'acide chlorhydrique concentré. La détermination du calcium et du magnésium par cette méthode a nécessité l'addition d'un tampon spectral (chlorure de lanthane à 2 p. 1000) pour supprimer les interférences de certaines substances, en particulier les phosphates.

Le phosphore est dosé colorimétriquement selon la méthode basée sur la réduction du complexe phosphomolybdique par l'acide ascorbique à 1 p. 100.

TABLEAU 1 - Composition de la solution nutritive.

| Macro-éléments (még/l) | | | |
|------------------------------|---------------------|--------------------------------|------|
| Na ⁺ | 0,3 | Cl ⁻ | 0,2 |
| Ca ⁺⁺ | 2,3 | NO ₃ ⁻ | 6,2 |
| Mg ⁺⁺ | 1,2 | SO ₄ ⁻⁻ | 3,1 |
| K ⁺ | 2,72 | | |
| NH ₄ ⁺ | 4,9 | PO ₄ ⁻⁻⁻ | 1,5 |
| H ⁺ | 0,6 | | |
| Micro-éléments (mg/l) | | | |
| Mn ⁺⁺ | 0,48 | B | 0,51 |
| Zn ⁺⁺ | 0,08 | Mo | 0,01 |
| Cu ⁺⁺ | 0,03 | | |
| Fe | 36 (chélate de fer) | | |

Le sodium est déterminé par photométrie de flamme.

Le chlore est dosé par la méthode VOLIARD qui procède par titration du filtrat du précipité chlorure d'argent, par le thiocyanate en présence d'alun ferrique.

Les nitrates sont dosés par la méthode DEWARDA sur un extrait alcoolique de la matière sèche.

RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Influence du traitement et du porte-greffe sur la croissance.

L'apport du chlorure de sodium provoquant l'apparition de symptômes et une réduction de croissance, nous avons cherché à connaître l'incidence d'un ion antagoniste (nitrate) au chlore et d'un ion antagoniste (Ca) au sodium sur les réactions du clémentinier irrigué avec une solution saline.

Symptômes.

A notre avis (KHELIL, 11), l'apparition de nécroses au niveau des feuilles est plus en rapport avec l'accumulation du chlore qu'avec celle du sodium, à la suite d'un apport en chlorure de sodium dans le milieu de culture.

Les symptômes, qui sont le plus souvent précédés par un jaunissement plus ou moins étendu à l'ensemble du limbe, se caractérisent par des « brûlures » des extrémités (qui ne couvrent jamais la totalité de la feuille avant son abscission) et l'enroulement du limbe.

Ces symptômes apparents, aussi bien avec le traitement T₂ (2 g NaCl par litre) qu'avec le traitement T₂' [2 g NaCl par litre plus 5 g Ca (NO₃)₂ par litre], sont d'intensités différentes (figure 1).

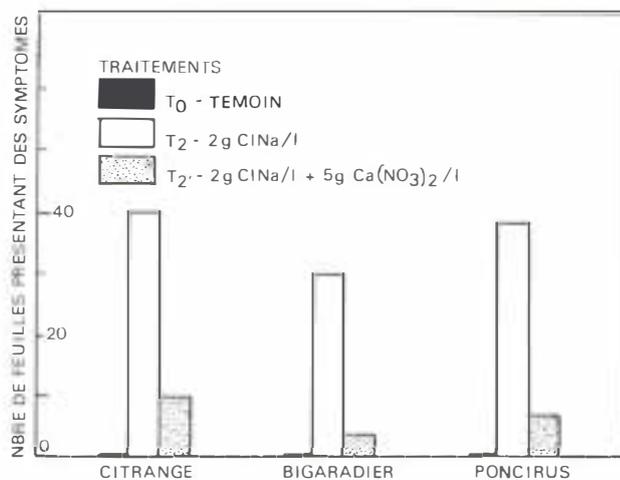


FIGURE 1 - Nombre de feuilles de clémentinier présentant des symptômes de toxicité, en fonction du porte-greffe (citrange, bigaradier, Poncirus) et du traitement (T₀, T₁, T₂').

TABLEAU 2 - Influence du traitement sur : l'apparition des symptômes de toxicité, la croissance, les teneurs en chlore, sodium, nitrate, et le rapport chlore/nitrate dans les feuilles.

| Association | traitement | p. 100 de M.S. | | | Cl/NO ₃ | nombre de feuilles présentant des symptômes | accroissement des tiges (cm) |
|-------------|------------|----------------|-----------------|------|--------------------|---|------------------------------|
| | | Cl | NO ₃ | Na | | | |
| Clé/cit. | T0 | 0,26 | 0,10 | 0,05 | 2,60 | 0 | 70 |
| | T2 | 1,50 | 0,02 | 0,90 | 75 | 40 | 32 |
| | T 2' | 0,70 | 0,45 | 0,70 | 1,55 | 9 | 63 |
| Clé/big. | T0 | 0,40 | 0,10 | 0,05 | 4,00 | 0 | 61 |
| | T2 | 0,65 | 0,07 | 0,85 | 9,28 | 30 | 49 |
| | T 2' | 0,45 | 0,17 | 0,50 | 2,64 | 4 | 59 |
| Clé/Ponc. | T0 | 0,45 | 0,55 | 0,05 | 3,00 | 0 | 66 |
| | T2 | 1,30 | 0,04 | 0,15 | 32,50 | 38 | 40 |
| | T 2' | 0,80 | 0,35 | 0,10 | 2,28 | 7 | 54 |

Avec le traitement T₂, il y a plus de nécroses sur feuilles (tableau 2) qu'avec le traitement T₂' qui induit cependant une chlorose variable en fonction de l'association.

Croissance.

Avant, et après l'expérience, des mesures ont été effectuées et les valeurs obtenues par différence ont été exprimées sous forme d'histogrammes (figure 2). On remarque que quel que soit le traitement, il y a réduction de croissance par rapport au témoin.

Cette réduction est beaucoup plus importante avec le traitement T₂ (2 g NaCl par litre) qu'avec le traitement T₂' [2 g NaCl par litre plus 5 g Ca(NO₃)₂ par litre].

Les résultats, regroupés dans le tableau 2, montrent qu'aussi bien pour le traitement T₂ que pour le traitement T₂' la réduction de croissance comme l'apparition des symptômes de toxicité sont à relier à l'accumulation des ions chlore, sodium, et également aux rapports Cl/NO₃ et Na/Ca.

En plus de l'effet du traitement il existe un effet porte-greffe puisque la réduction de croissance de la même variété est variable en fonction du porte-greffe.

Des trois porte-greffe étudiés, c'est le citrange qui induit la croissance la plus faible et le bigaradier la croissance la plus forte. Ceci a été déjà signalé par CARO (2) qui a pu montrer que l'interaction porte-greffe x traitement a un effet très marqué sur la croissance.

Avec le traitement T₂' la fourniture de nitrate a joué un rôle important sur la croissance des plantes.

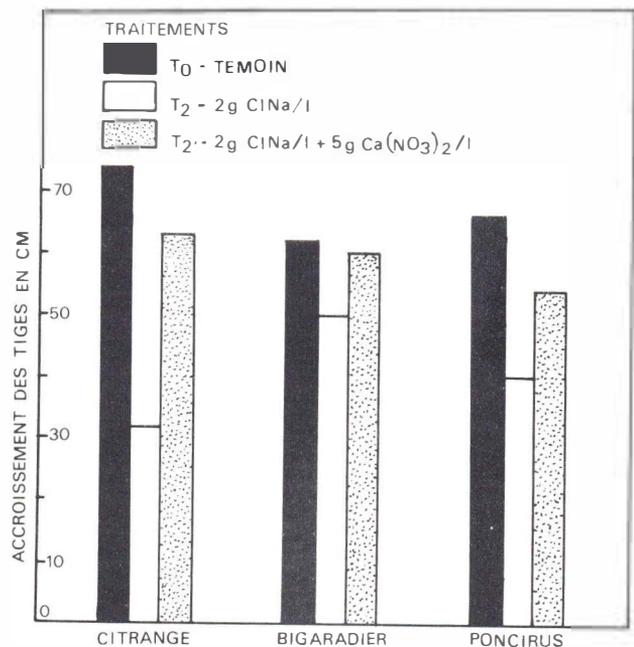
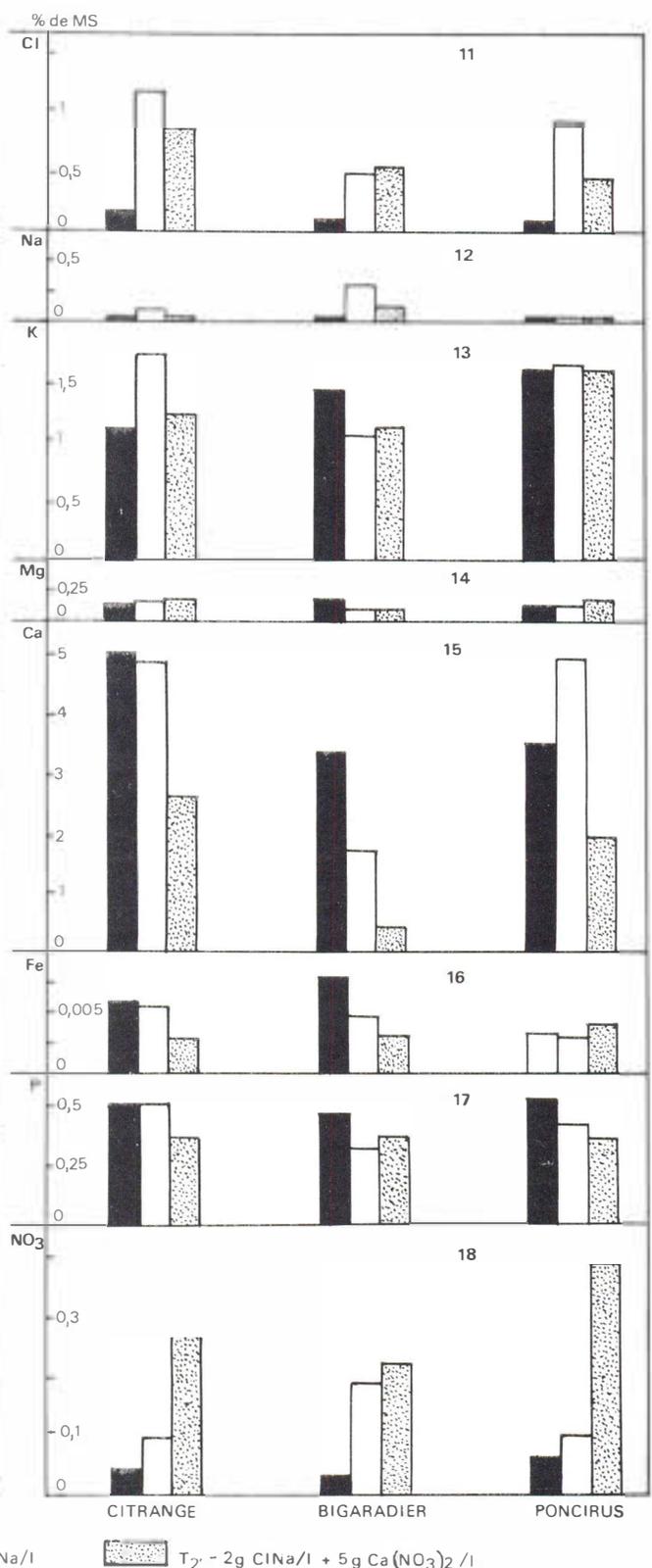
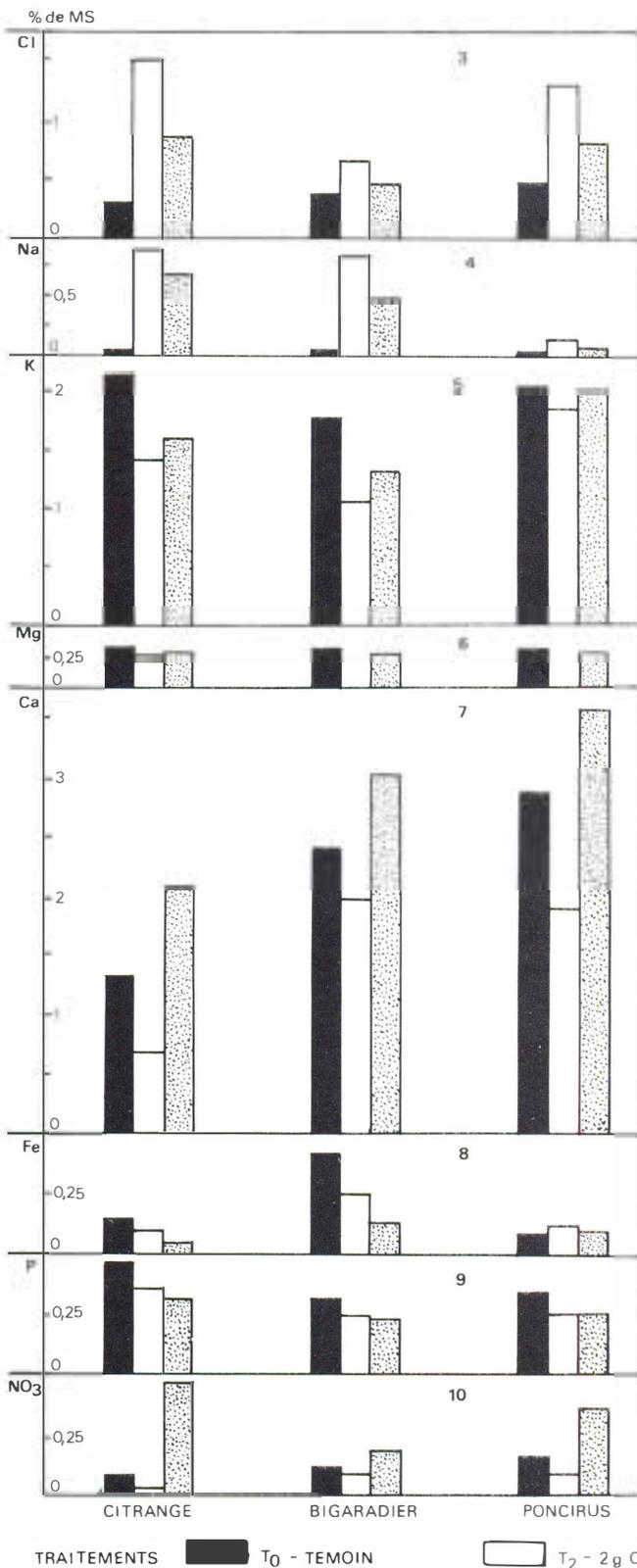


FIGURE 2 - Accroissement des tiges de clémentinier sur citrange, bigaradier et Poncirus, en fonction du traitement (T₀, T₂, T₂').

YARON et LIESLIN (15) ont aussi montré que l'irrigation avec une eau chlorurée a été plus néfaste que lorsqu'elle contenait du NO₃ pour un même degré de salinité, sur la croissance.

Nous pensons que l'amélioration de croissance avec le traitement T₂' résulte du réajustement des rapports ioniques NO₃/Cl et Ca/Na qui passent respectivement de 0,18 et 0,19 pour T₂ à 1,66 et 1,77 pour T₂'.



FIGURES 3 à 10 - Comparaison de la composition minérale des feuilles (14 mois) de clémentinier sur trois porte-greffe (citrange bigaradier, Poncirus), en fonction du traitement (T₀, T₂, T_{2'}).

FIGURES 11 à 18 - Comparaison de la composition minérale des feuilles (8 mois) de porte-greffe (citrange, bigaradier, Poncirus) non greffés, en fonction du traitement (T₀, T₂, T_{2'}).

Influence simultanée du porte-greffe et du traitement sur la composition minérale des organes de clémentinier.

Après avoir constaté que l'apport de nitrate de calcium était de nature à augmenter la résistance relative des plantes au chlorure de sodium, nous avons essayé de voir si ceci pourrait être en rapport avec la distribution des éléments nutritifs dans les différents organes de la variété greffée.

Feuilles (figures 3 à 20).

Quel que soit le porte-greffe et l'âge de la feuille, les niveaux en Cl, Na, Fe et P diminuent avec le traitement nitrate (T₂) par rapport au traitement de NaCl seulement (T₀).

Mg et NO₃ augmentent chez les feuilles âgées de quatorze mois et huit mois alors que Ca et K augmentent chez les feuilles âgées et diminuent avec les chlorophylles a et b chez les feuilles jeunes.

La réduction des niveaux de Cl et Na avec le traitement nitrate est plus importante chez les feuilles âgées que chez les feuilles jeunes.

Toujours avec le même traitement, les feuilles âgées sont plus riches en K, Mg, Ca, P, NO₃ et moins riches en Fe que les feuilles jeunes.

Il est clairement démontré que les porte-greffe ont une influence sur la concentration des éléments dans les feuilles du greffon pour l'ensemble des traitements. La concentration en éléments Cl, Na, Mg et P, dans les feuilles de clémentinier greffé sur citrange est élevée, intermédiaire pour K, Fe, NO₃, les chlorophylles a et b, et faible pour Ca.

Avec le bigaradier, les teneurs en Ca, Fe et chlorophylles sont élevées dans les feuilles de clémentinier, intermédiaires pour Na et Mg et faibles pour Cl, K, P, NO₃.

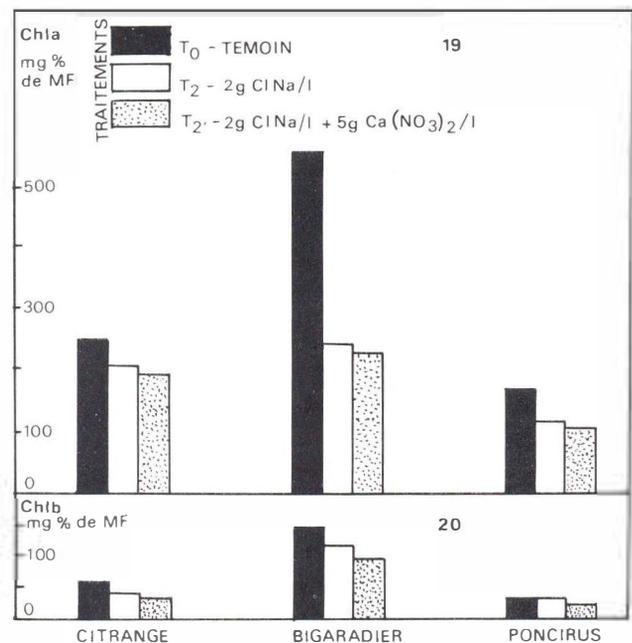
Le Poncirus concentre le plus les éléments K et NO₃ dans les feuilles de clémentinier, le moins Na, Mg, Fe, les chlorophylles a et b et dans des proportions intermédiaires Cl, Ca, P.

Rameaux (figures 21 à 28).

Avec le traitement nitrate (T₂) les teneurs en Cl, K, Mg et P diminuent dans les rameaux de la variété clémentinier et celles des éléments Ca, Fe et NO₃ augmentent.

Quant au sodium, il diminue sensiblement dans les rameaux du clémentinier greffé sur citrange et Poncirus et augmente sensiblement avec le bigaradier.

Le porte-greffe ne semble pas influencer le niveau du phosphore dans les rameaux de clémentinier puisque les teneurs sont identiques quelle que soit l'association porte-greffe x greffon.



FIGURES 19 à 20 - Teneurs en chlorophylles a et b dans les feuilles (8mois) de clémentinier sur trois porte-greffe (citrange, bigaradier, Poncirus), en fonction du traitement (T₀, T₂, T_{2'}).

Pour les autres éléments, c'est le citrange qui concentre le plus K, Mg, Fe, le moins Na, NO₃ et dans des proportions intermédiaires Cl et Ca.

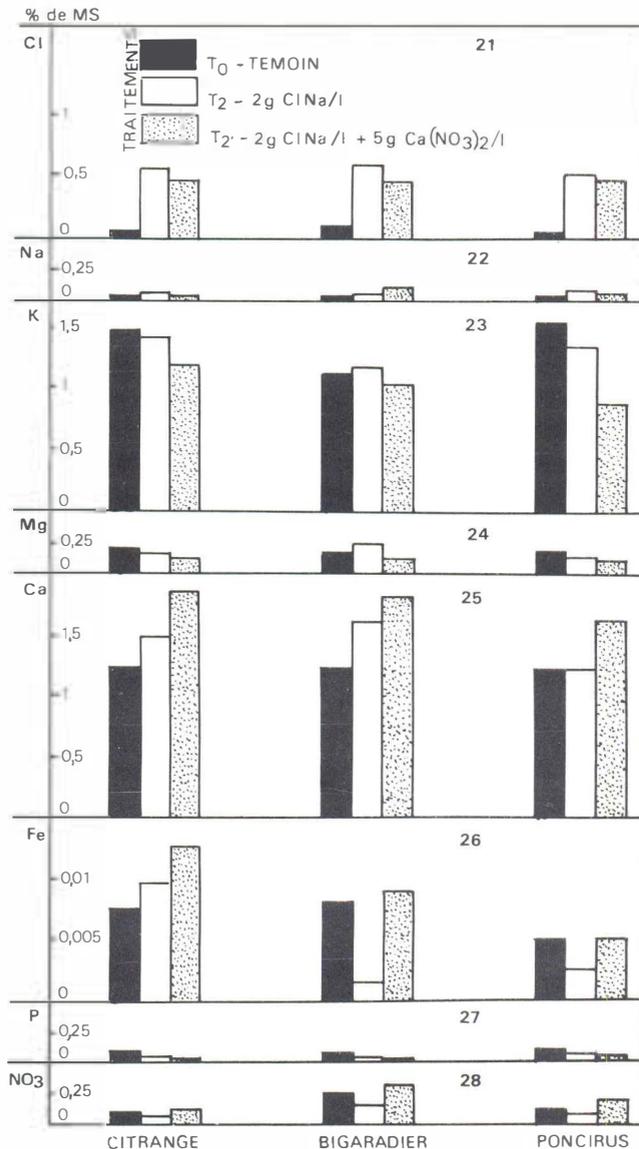
Le bigaradier concentre très peu K, moyennement Mg, Fe et beaucoup plus Cl, Na, Ca, NO₃.

Avec le Poncirus on obtient des teneurs faibles en Cl, Mg, Ca, Fe et des teneurs modérées en Na, K, NO₃.

Tiges (figures 29 à 36).

Sauf pour Mg qui augmente sensiblement avec le citrange, l'évolution avec les traitements des niveaux de tous les autres éléments dans les tiges de clémentinier est comparable à celle des rameaux de la même variété. Néanmoins, le porte-greffe ne semble pas exercer la même influence que dans les rameaux, pour ce qui est de l'accumulation des éléments dans les tiges.

Le citrange a un effet intermédiaire entre ceux des deux autres porte-greffe au niveau de l'accumulation de tous les éléments. Les niveaux les plus élevés en Cl, K, P et les plus faibles en Na, Mg, Ca, Fe et NO₃ sont obtenus avec le porte-greffe Poncirus. Avec le bigaradier les teneurs sont faibles en Cl, K, P, élevées en Na, Mg, Ca, Fe et moyennes pour ce qui est du NO₃.



FIGURES 21 à 28 - Comparaison de la composition minérale des rameaux de clémentinier sur trois porte-greffe (citrange, bigaradier, Poncirus), en fonction du traitement (T₀, T₂, T₂').

Effet du traitement et du porte-greffe sur la composition des organes de porte-greffe.

De la même façon que pour la variété, la détermination des éléments nutritifs a porté sur les différents organes des porte-greffe : citrange, bigaradier et Poncirus.

Tiges (figures 37 à 44).

Dans les tiges de porte-greffe, l'apport de nitrate de Ca dans la solution nutritive (traitement T₂') induit une diminution des niveaux en Cl, Na, Mg, P et une augmentation en Ca, NO₃ et Fe.

Pour le potassium on enregistre une augmentation avec le traitement T₂' dans les tiges des porte-greffe : citrange et Poncirus et une légère diminution du niveau en cet élément pour le bigaradier.

Racines (figures 45 à 52).

Au niveau des racines, les teneurs en Cl, Na, Mg, Fe, P, diminuent avec le traitement nitrate de calcium par rapport au traitement chlorure de sodium seul et celles des éléments Ca, NO₃ augmentent. Pour le potassium on enregistre une augmentation pour le citrange et le bigaradier avec le traitement T₂' et une diminution du niveau en cet élément avec le Poncirus.

Effet du traitement et du porte-greffe sur les équilibres ioniques dans les feuilles de clémentinier.

L'augmentation de la concentration en ions NO₃⁻ et Ca⁺⁺ avec le traitement nitrate de calcium ayant pour effet une meilleure résistance des associations porte-greffe x greffon au chlorure de sodium, il était permis de penser que ceci serait directement en relation avec le réajustement ionique.

Influence du traitement et du porte-greffe sur les proportions de sodium et calcium.

Avec le traitement T₂' (addition de 2 g NaCl par litre à la solution nutritive) on constate une élévation de la valeur du rapport Na/Ca par rapport au témoin (figure 53).

Les valeurs plus réduites des rapports Na/Ca et Cl/NO₃ dans la solution nutritive enrichie de 5 g Ca (NO₃)₂ par litre (traitement T₂') par comparaison à celles du traitement T₂, ont eu pour effet une amélioration très nette de cet équilibre Ca/Na dans les feuilles de clémentinier sans toutefois atteindre le niveau des feuilles physiologiquement saines.

Les valeurs de ce rapport Ca/Na pour les traitements T₂ et T₂' sont influencées par le porte-greffe. Les variations les plus grandes, observées entre ces deux traitements, sont obtenues avec le citrange et les variations les plus faibles avec le Poncirus. Elles sont intermédiaires pour le bigaradier.

Influence du traitement et du porte-greffe sur les proportions de sodium et potassium.

Comme pour le rapport précédent, les variations de Na/K (figure 54) dépendent de l'influence simultanée du porte-greffe et du traitement.

Le degré de variation de ce rapport n'évolue pas dans le même sens de celui du rapport précédent puisque les variations les plus grandes sont obtenues avec le bigaradier et les plus faibles avec le Poncirus. Celles du clémentinier sur citrange sont intermédiaires.

FIGURES 37 à 44 - Comparaison de la composition minérale des tiges de porte-greffe (citrange, bigaradier, Poncirus) greffés, en fonction du traitement (T_0 , T_2 , T_2').

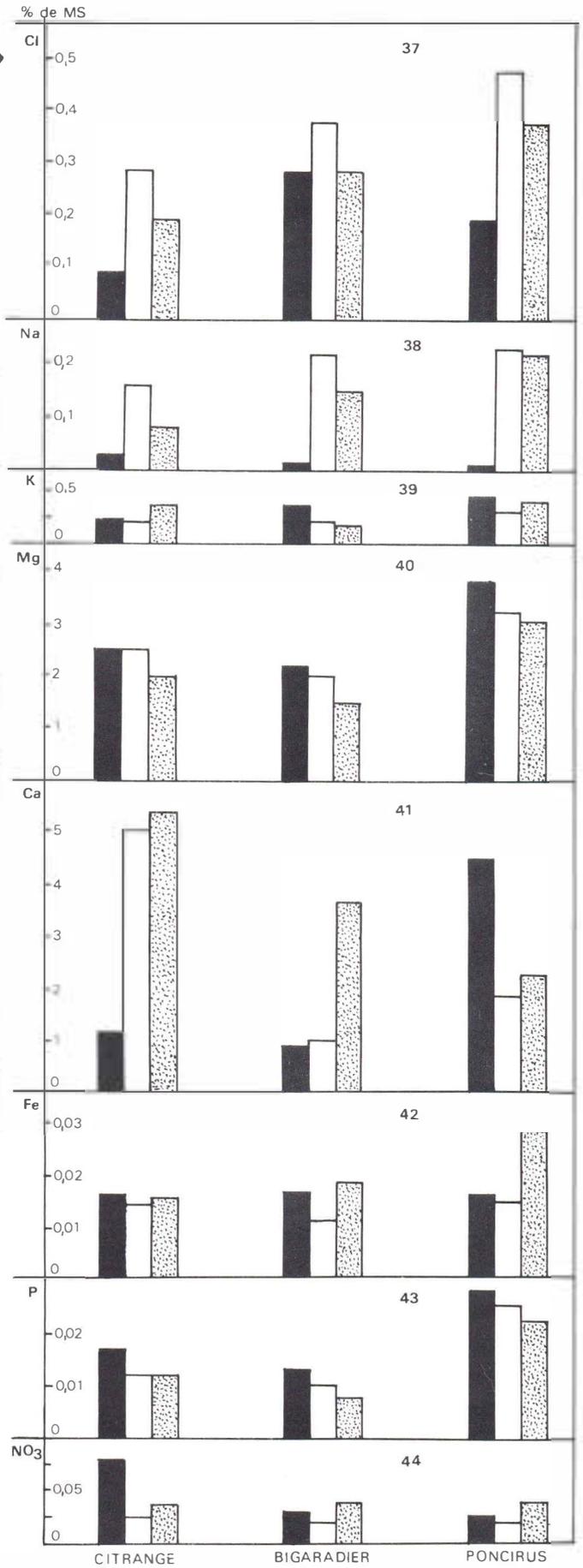
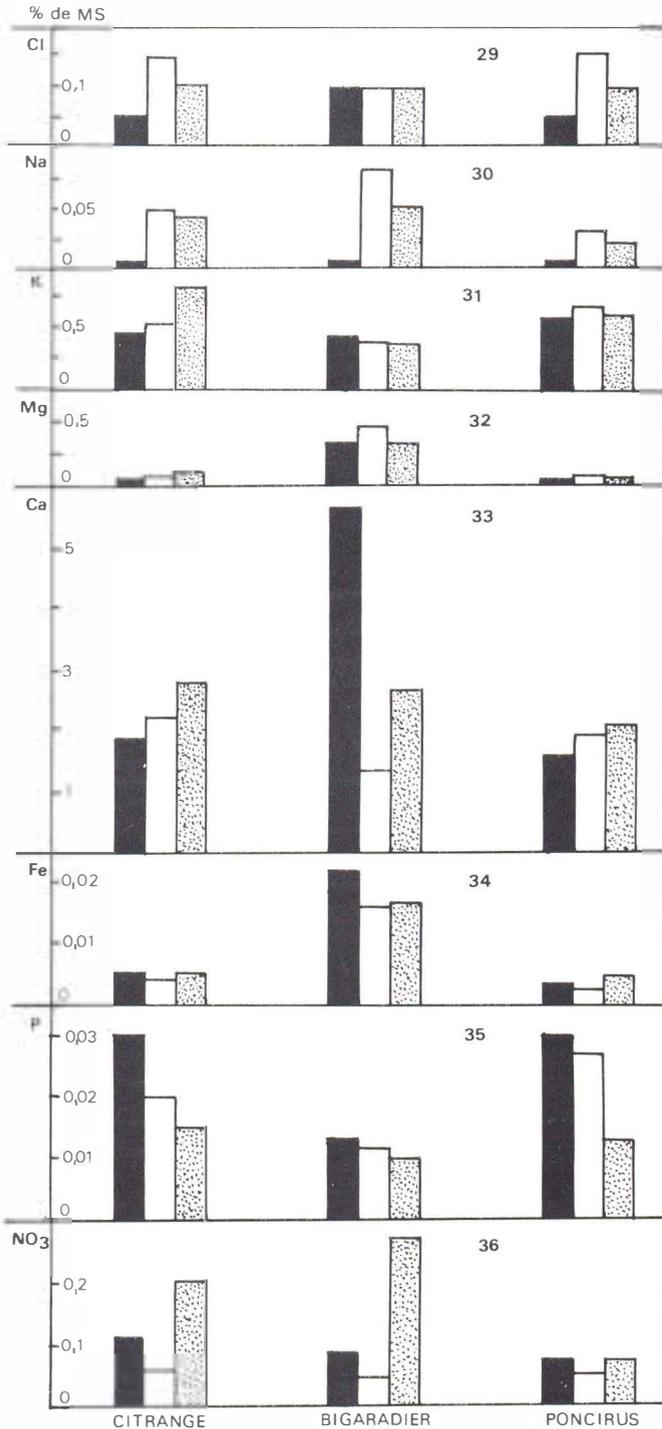
FIGURES 29 à 36 - Comparaison de la composition minérale des tiges de clémentinier sur trois porte-greffe (citrange, bigaradier, Poncirus), en fonction du traitement (T_0 , T_2 , T_2').

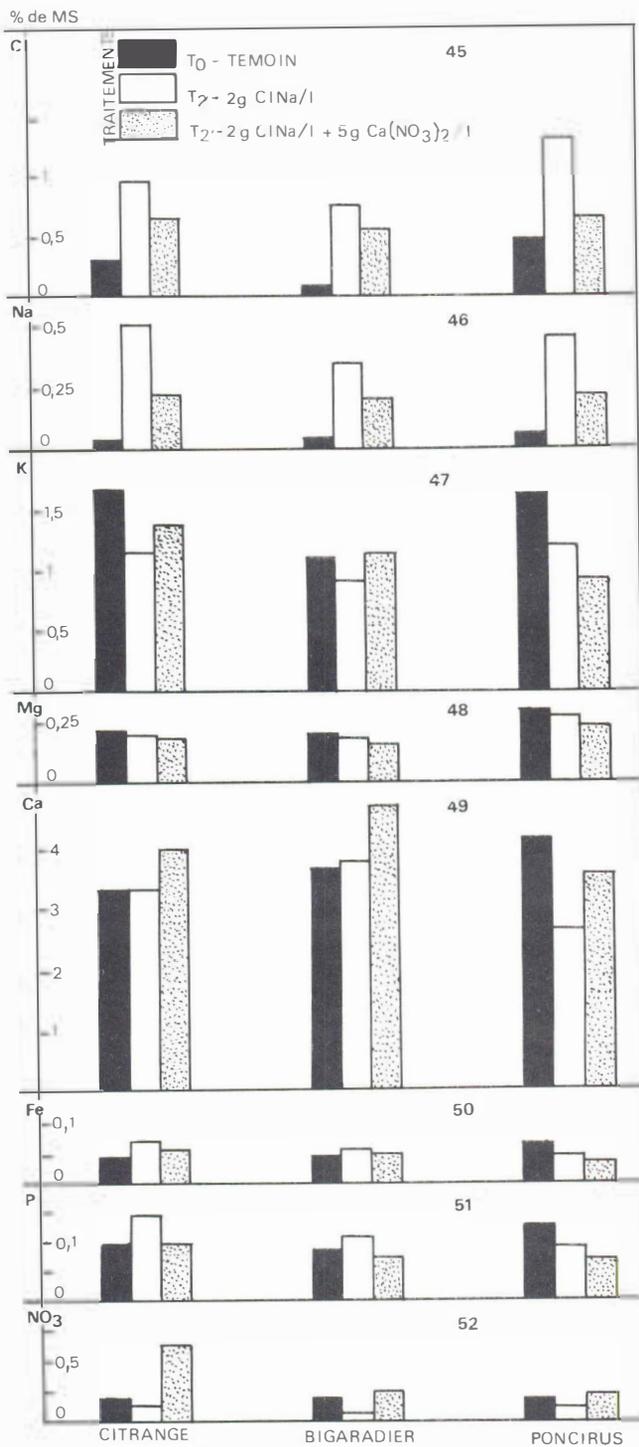
TRAITEMENTS

T_0 - TEMOIN

T_2 - 2g ClNa/l

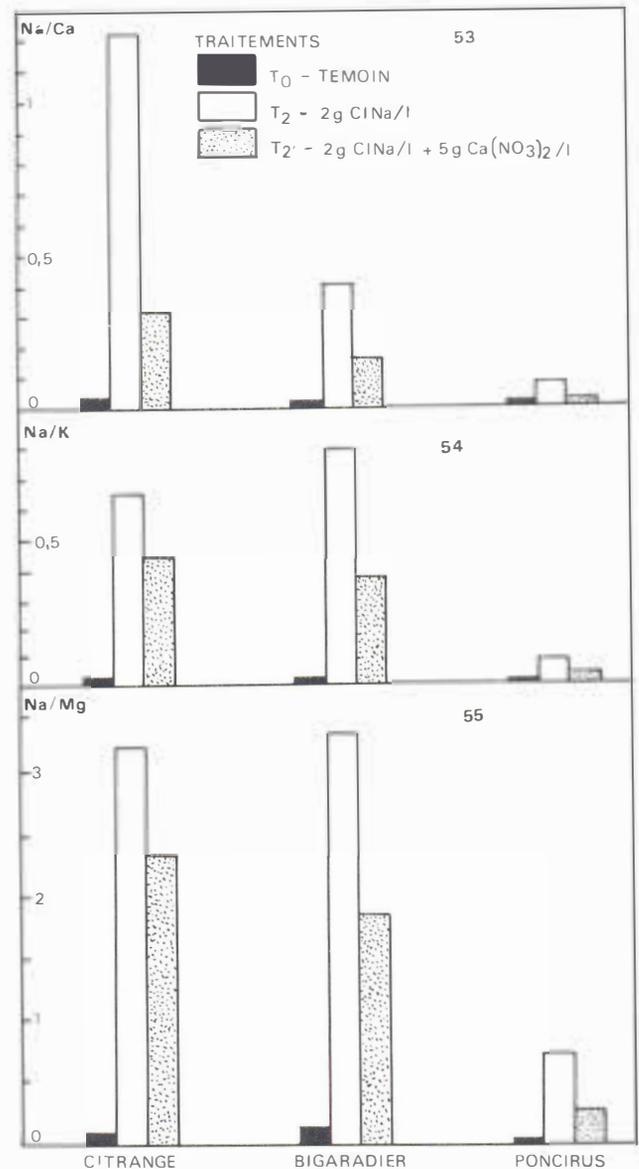
T_2' - 2g ClNa/l + 5g $Ca(NO_3)_2$ /l





Influence du traitement et du porte-greffe sur les proportions de sodium et magnésium.

Là aussi (figure 55) l'effet du porte-greffe et du traitement est nettement apparent.



Le degré de variation de ce rapport semble évoluer dans le même sens que celui de Na/K puisque les plus grandes variations sont obtenues avec le bigaradier et les plus faibles avec le Poncirus. Elles sont intermédiaires avec le citrange.

Influence du traitement et du porte-greffe sur les proportions de chlore et nitrate.

Les valeurs de ce rapport, extrêmement élevées avec le traitement T₂ (figure 56) pourraient être expliquées par la très grande mobilité du chlore au niveau de la plante. Le traitement nitrate (T_{2'}) qui diminue la valeur du rapport Cl/NO₃ dans la solution nutritive, a amélioré considérablement

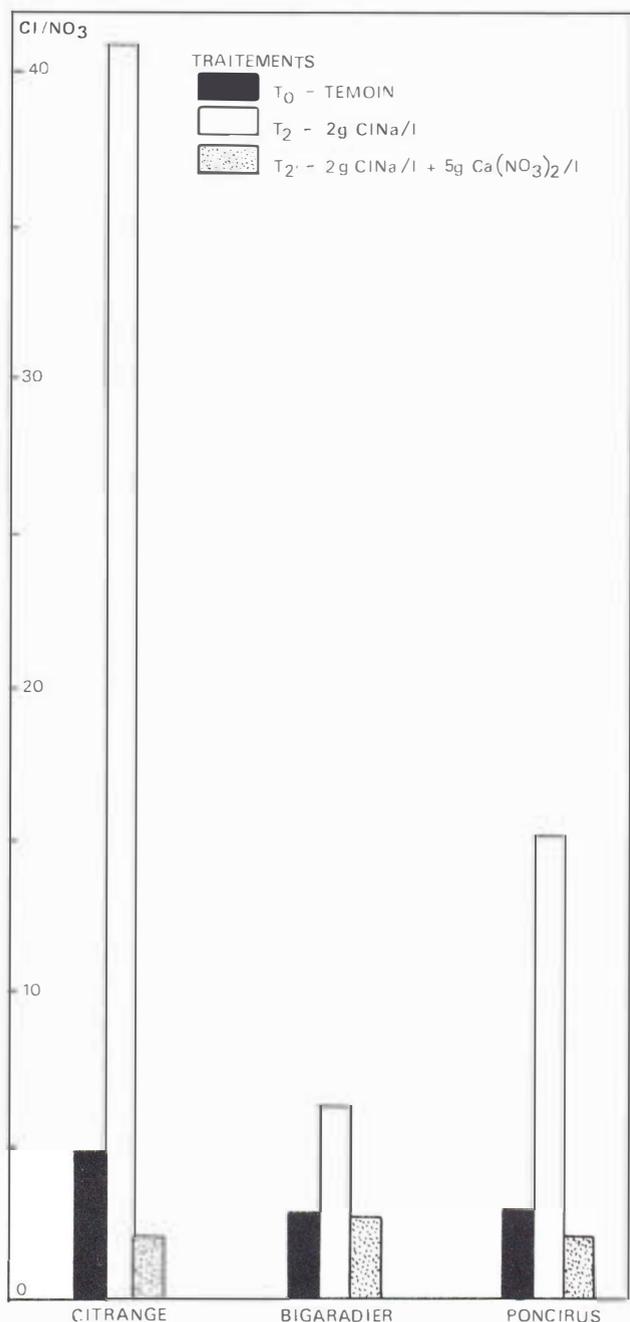


FIGURE 56 - Evolution du rapport Cl/NO₃ dans les feuilles de clémentinier sur trois porte-greffe (citrange, bigaradier, Poncirus), en fonction du traitement (T₀, T₂, T₂').

ment l'équilibre Cl/NO₃ dans les feuilles de clémentinier ; il est alors plus faible que chez le témoin T₀.

Les variations observées entre les traitements T₂ et T₂' sont élevées dans les feuilles de clémentinier sur citrange, relativement faibles dans les feuilles de clémentinier sur bigaradier et moyennes avec le Poncirus.

L'influence du nitrate sur l'absorption du chlore a été étudiée chez différentes plantes par plusieurs auteurs.

Ainsi CHOUTEAU (5) constatait que la fertilisation azotée nitrique, abaisse les teneurs en chlore dans les feuilles de tabac.

ARYSHIN (1) sur blé, remarquait que l'accumulation du chlore en milieu salin est très élevée en présence de KCl et moindre avec KNO₃.

KIRKBY et MENGEL (12) comparant trois formes azotées (NO₃⁻, urée et NH₄⁺) ont pu montrer que c'est NO₃⁻ qui accumule le moins le chlore chez la tomate.

De même, WEIGEL et SCHILLINGER (14) ont constaté que l'élévation du rapport NO₃/Cl dans la solution nutritive se traduit par une réduction de la teneur en chlore dans les feuilles de haricot.

Les résultats que nous avons obtenus à la suite de l'analyse des différentes parties de la variété greffée et du porte-greffe confirment ceux des auteurs précédents en ce qui concerne l'élément chlore et soulignent également l'effet du traitement nitrate de Ca sur l'absorption du phosphore et l'effet positif sur celle des éléments calcium et nitrate.

Ces constatations se rapportent à l'ensemble des organes et mettent en évidence le rôle antagoniste du NO₃ sur les ions Cl et P et de Ca sur Na.

La diminution du fer dans les feuilles semble être en relation avec la concentration élevée en calcium (traitement T₂').

La réduction des teneurs en chlorophylles a et b dans les feuilles est en rapport avec la salinité du milieu. Ceci confirme les résultats de KANWAR et BHAMBOTA (10) sur oranger doux, de KOVERGA (13) sur citronnier, de CARTERS et MYERS (3) sur pomélo et enfin de DAVID, CARTERS et MYERS (6) sur la même variété.

L'effet plus important obtenu avec le traitement nitrate de calcium (T₂') peut être attribué d'une part à la salinité du milieu et d'autre part à l'action qu'exerce le calcium sur le blocage du magnésium dans les jeunes feuilles.

Les résultats de cet essai semblent montrer que le calcium régularise l'entrée du sodium dans la plante et empêche son accumulation dans les organes.

L'amélioration des équilibres ioniques dans les feuilles avec le traitement de calcium par rapport au traitement T₂, serait en rapport avec l'absorption des éléments Ca⁺⁺ et NO₃⁻. les effets synergiques qu'ils exercent sur K⁺ et Mg⁺⁺ et les effets antagonistes sur Cl⁻ et Na⁺. Ceci pourrait être en accord avec les résultats d'EHRENDORFER (7) qui note, sur épinard, un effet favorable de la variation du rapport NO₃/Cl dans la solution nutritive (avec augmentation de NO₃⁻) sur l'augmentation des niveaux des cations.

CONCLUSIONS

Les conclusions qu'il est possible de formuler, au vu des résultats de l'analyse des différentes parties de la plante, peuvent se résumer comme suit :

- a) l'analyse de l'ensemble des organes (feuilles, tiges, rameaux, racines) indique que le traitement nitrate de calcium a eu un effet positif sur l'accumulation de NO_3^- et Ca^{++} et un effet négatif sur celle des éléments chlore, phosphore et sodium.
- b) la réduction de la mobilité et le blocage du fer dans les rameaux et tiges de clémentinier semblent être en relation

avec l'accumulation du calcium dans ces organes.

c) la réduction des teneurs en chlorophylles a et b est en relation avec celle du Fe et Mg dans les feuilles jeunes de clémentinier.

d) le calcium a un effet favorable sur la mobilité du magnésium, du potassium et un effet défavorable sur celle du sodium.

e) dans les feuilles, le traitement nitrate de calcium (T 2') a considérablement amélioré les équilibres Cl/NO_3 (qui est alors plus faible que chez le témoin), Na/Ca et de même à un degré moindre toutefois Na/K et Na/Mg .

BIBLIOGRAPHIE

1. ARTYUSLIN (A.M.) et DERZHAVIN (L.M.). 1971.
Chlorine uptake by buckwheat in relation to liming and use of mineral fertilizers.
Izv. Sel'SK. Akad., 1, 83-89.
2. CARO (M.) et al. 1973.
Salt tolerance of Citrus rootstocks during germination.
International Citrus Congress, Spain - Murcia, Valencia, 146-147.
3. CARTERS (D.L.), MYERS (V.I.). 1963.
Light reflectance and chlorophyll and carotene contents of grapefruit leaves as affected by Na_2SO_4 , NaCl and CaCl_2 .
J. am. Soc. Hortic. Sci., 82, 217-221.
4. CHAPMAN (H.D.), HARRIETAM (J.) et RAYNER (D.S.). 1969.
Effects of variable maintained chloride levels on orange growth, yield, and leaf composition.
Proceedings first International Citrus Symposium, 3, 1811-1817.
5. CHOUTEAU (J.). 1967.
Influence de la concentration du milieu nutritif en nitrates, sulfates et chlorure sur la teneur des feuilles de tabac en potassium lié aux acides organiques.
Soc. Fr. Physiol. Vég., 13, 317-326.
6. DAVID (L.), CARTERS (D.L.) et MYERS (V.). 1968.
Light reflectance and chlorophyll, carotene contents of grapefruit leaves as affected by Na_2SO_4 , NaCl .
J. am. Soc. Hortic. Sci., 82, 217-221.
7. EHRENDORFER (K.). 1973.
The influence of varied K/Na and NO_3/Cl ratios of nutrient supply on yield, nutrient uptake and oxalic acid production in spinach.
Z. Pflanzenernähr., 135, 44-58.
8. GOELL (A.). 1969.
Salinity effects on Citrus trees.
Proceedings first International Citrus Symposium, 3, 1819-1823.
9. HEWITT (A.A.), FURR (J.R.). 1964.
Uptake and distribution of chlorides in Citrus cuttings during a short-term salt test.
J. am. Soc. Hortic. Sci., 84, 165-169.
10. KANWAR (J.S.) et BHAMBOTA (J.R.). 1968.
Effect of different water tables and salinity levels on the chlorophyll content and chemical of leaves of sweet orange «*Citrus sinensis* L. Osbeck». *Indian J. Agric.*, 28, 238-243.
11. KHELIL (A.). 1974.
Etude de l'action du chlorure de sodium sur la croissance et la composition minérale de la vigne et des agrumes cultivés en solution hydroponique : influence du greffage et de l'ion nitrate.
Thèse de Doctorat de 3ème cycle, Bordeaux I.
12. KIKRBY (E.A.) et MENGEL (K.). 1967.
Ionic balance in different tissues of the tomato plant in relation to nitrate, urea, or ammonium nutrition.
Plant Physiology, 42, 6-14.
13. KOVERGA (E.L.). 1959.
Effets des chlorures sur les réactions physiologiques chez le citronnier.
Trudy Gosudart. Nikitsk. Bot. Sada. U.R.S.S.
14. WEIGEL (R.C.) et SCHILLINGER (J.A.). 1973.
Nutrient nitrate levels and the accumulation chloride in leaves of snay beans and roots of say beans.
Crop Science, 13, 411-412.
15. YARON (E.), ZIESLIN (N.) et HALEVY (A.H.). 1969.
Response of baccara roses to saline irrigation.
J. am. Soc. hortic. Sci., 94, 481-484.

