

ETUDE DE L'ACTION DU CHLORURE DE SODIUM SUR LA CROISSANCE ET LA COMPOSITION MINERALE DU CLEMENTINIER CULTIVE EN SOLUTION HYDROPONIQUE.

par. A. KHELIL

Maître - Assistant.

Département des Cultures Pérennes - Institut National Agronomique - Alger.

INTRODUCTION.

Les Agrumes sont considérés par la plupart des auteurs comme des plantes sensibles au sel.

Au-delà de certaines teneurs en chlore dans les feuilles, des troubles physiologiques apparaissent et se manifestent généralement par une réduction de croissance et l'apparition de nécroses.

Des indications sur le chlore dans les feuilles d'Agrumes ont été donnés par CHAPMAN (3) qui considère qu'une teneur en cet élément est: suffisante pour 0,02 à 0,15 p. 100 de M.S., bonne de 0,20 à 0,30 p. 100 de M.S. et excessive quand elle est supérieure à 0,40 p. 100 de MS..

En règle générale, ces limites peuvent varier dans de très larges proportions, en fonction du porte-greffe et de la variété qui lui est associée.

RODNEY *et al.* (18) ont remarqué que le dépérissement des citronniers, provoqué par une nécrose des tubes criblés, était en relation avec l'accumulation du chlore dans les racines.

Sur citronnier, greffé sur *Poncirus trifoliata*, KOVERGA (13), observa une chlorose des feuilles pour une teneur en chlore de 2.6 p. 100 chez les feuilles âgées et 4 p. 100 chez les feuilles jeunes.

BRUSCA *et HAAS* (2) remarquèrent des symptômes de toxicité en chlore à partir de 1,6 p. 100 de M.S. dans les feuilles de citronnier greffé sur le bigaradier.

COOPER *et al.* (6) irriguant des pamplemoussiers greffés sur bigaradier et mandarinier Cléopâtre, par des eaux salines, constatent que pour une concentration en chlore égale à 0,11 p. 100 de M.S., la croissance du tronc de pamplemoussier sur bigaradier est de 23,20 cm², alors qu'elle n'est que de 19,10 cm² chez la même variété et pour le même porte-greffe, à partir d'une concentration de 0,44 p. 100 de M.S. sur mandarinier Cléopâtre, à une concentration de 0,14 p. 100 de M.S. correspond une croissance de 22,60 cm² et pour 0,26 p. 100 de M.S. une croissance de 22,40 cm².

Dans d'autres expériences, ces mêmes auteurs (5) notent l'apparition de symptômes de toxicité sur les feuilles du pamplemoussier « Shary red » pour une teneur en chlore de 2,71 p. 100 de M.S. quand il se trouve greffé sur le bigaradier et à partir de 1,35 quand le porte-greffe est le mandarinier Cléopâtre. Le pamplemoussier greffé sur le bigaradier présentait plus de nécroses que quand il était greffé sur mandarinier Cléopâtre.

Chez le pamplemoussier greffé sur mandarinier Cléopâtre PEARSON (17) considère qu'il y a croissance normale pour une teneur en chlore de 0,07 p. 100 de M.S. et des réductions de 46 p. 100 et 38 p. 100 pour les teneurs respectives de 1,28 p. 100 de M.S..

Chez le citrange Troyer, le taux de chlore dans les feuilles était de 4,67 p. 100 de M.S., au bout de quatre semaines de traitement, en aquiculture, sur un milieu à 2,84 g. par litre de chlore, HEWITT et FURR (11).

Des expériences entreprises par CHAPMAN (3) sur oranger doux font apparaître des symptômes pour des teneurs comprises entre 0,3 et 0,5 p. 100 de M.S., un retard de croissance et une chute de production à partir de 0,75 p. 100.

Quand il est greffé sur mandarinier Cléopâtre, l'oranger doux ne présente des signes de toxicité, qu'à partir de 1,5 p. 100 de M.S., COOPER et GORDON (5).

A la suite d'un essai sur plusieurs porte-greffes, COOPER *et al.* (5) ont pu remarquer que la meilleure tolérance est obtenue avec le mandarinier Cléopâtre et la lime rang pur, une tolérance moyenne avec le bigaradier, le citronnier de Floride, le Tangelo et l'oranger doux et enfin une tolérance faible avec le *Poncirus trifoliata* et le cédratier.

Chez le bigaradier, ZID (20) note des symptômes de toxicité pour une concentration en chlore, égale à 1,8 p. 100 de M.S..

HAAS a également montré une réduction de croissance chez le citronnier greffé sur bigaradier à la concentration de 348 mg par litre de chlore.

Le Clémentinier étant largement répandu en Algérie, il nous a paru intéressant de préciser le comportement de cette variété, en milieu salin.

MATERIEL ET METHODES.

1. CONDITIONS EXPERIMENTALES.

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 conditions identiques, sur le même gravier et après lavage des racines à l'eau permutée.

TABLEAU 1 - *Composition de la solution nutritive.*

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

Après la mise en pot, les plantes sont irriguées pendant 5 mois avec la même solution nutritive (Tableau 1). A la fin de cette période, nous avons apporté du chlorure de sodium à des concentrations de 1 g. et 2 g. par litre pendant une durée de 3 mois.

2. ANALYSES.

Les analyses des éléments minéraux ont été effectuées sur la poudre sèche après broyage et homogénéisation.

Le potassium, le calcium et le magnésium sont estimés par spectrophotométrie d'absorption atomique, après la mise en solution dans l'acide chlorhydrique concentré.

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

Le sodium est déterminé par la photométrie de flamme.

Le chlore est dosé par la méthode VOLHARD.

RESULTATS EXPERIMENTAUX.

1. SYMPTOMES.

A. *Influence du chlorure de sodium sur la croissance.*

L'apparition de nécroses dues à l'accumulation de l'ion chlore dans les feuilles, par suite d'un apport en cet élément dans le milieu de culture, se confirme dans le cas de nos expériences sur Agrumes.

Les symptômes, qui sont le plus souvent précédés par un jaunissement plus ou moins étendu à l'ensemble du limbe, se caractérise 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 la concentration de 1 g. Na Cl par litre qu'avec 2 g. Na Cl par litre, sont d'intensités différentes.

Des trois associations avec même greffon (Clémentinier) c'est l'association Clémentinier sur Citrange qui extériorise le plus de symptômes par comparaison avec l'association Clémentinier sur bigaradier. L'association Clémentinier sur Poncirus est intermédiaire.

2. CROISSANCE.

Comme indice d'expression de la croissance des Agrumes, on retiendra l'accroissement de la tige du greffon (Clémentinier) quand il se trouve associé aux Citrange, bigaradier et Poncirus.

On a constaté que quelque soit le traitement, il ya réduction de croissance par rapport au témoin. Cette réduction est beaucoup plus importante avec la concentration de 2 g. Na Cl par litre qu'avec 1 g. Na Cl par litre.

En prenant comme indice 100, la croissance des témoins, avec le traitement de 2 g. Na Cl par litre, la croissance du Clémentinier greffé sur Citrange est réduite de 57%, celle du Clémentinier associé au Poncirus de 40% et celle du Clémentinier sur bigaradier de 20%.

B. *Influence du porte-greffe et du traitement sur la composition minérale des feuilles de Clémentinier.*

Les analyses effectuées sur les feuilles de Clémentinier irrigué avec une solution nutritive enrichie en chlorure de sodium (1 g. et 2 g. Na Cl par litre) montrent que la concentration en éléments nutritifs est en relation avec le porte-greffe et le traitement.

Les teneurs en Na et Cl dans les feuilles des trois associations (Clémentinier sur Citrange, bigaradier et Poncirus) sont proportionnelles à la concentration en ces éléments dans le milieu de culture.

L'accumulation en ces ions dans les feuilles de Clémentinier est plus grande avec 2 g. Na Cl par litre qu'avec 1 g. pour cette même variété, les teneurs en sodium sont plus importantes avec le porte-greffe citrange qu'avec le bigaradier et le Poncirus. Pour le chlore, c'est le citrange qui concentre le plus cet élément mais, contrairement au sodium, les feuilles de Clémentinier sur Poncirus sont plus riches que celles de la variété associée au bigaradier.

Les résultats de cet essai montrent que l'apport en Na Cl dans la solution nutritive, a un effet sur le K, le P et le NO_3 qui accusent une diminution plus nette avec 2 g. Na Cl par litre.

C'est le porte-greffe Poncirus qui concentre le plus de K et P dans les feuilles de Clémentinier par rapport au citrange qui accumule le moins de K pour les deux concentrations en Na Cl et le moins de P pour la concentration

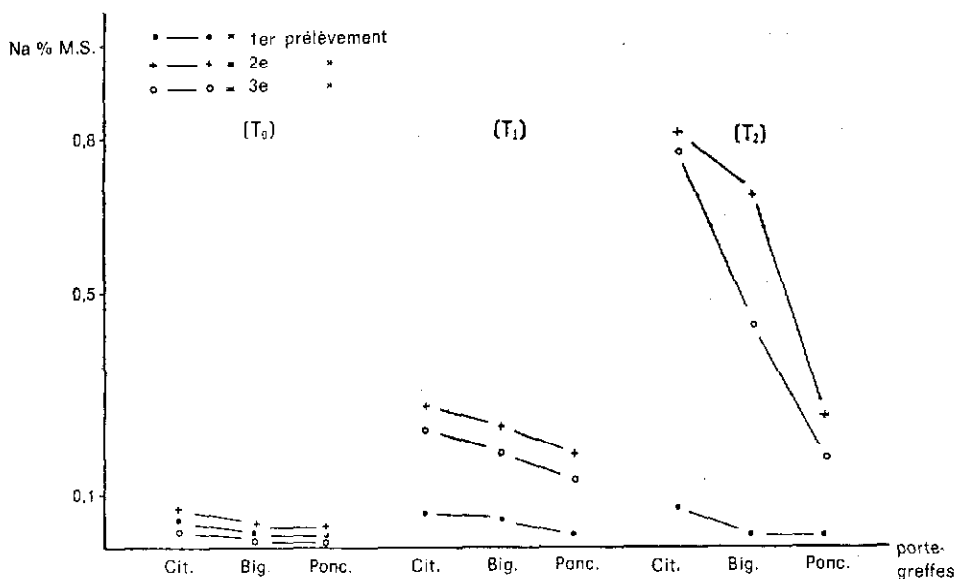


Figure 69.

de 1 g. par litre. Le bigaradier a une influence intermédiaire entre celles du Poncirus et citrange sur l'accumulation du K.

De tous les éléments, c'est le NO_3 qui semble être le plus affecté par l'apport de sel.

Les teneurs sont plus faibles dans les feuilles de Clémentinier sur bigaradier qu'avec citrange et Poncirus. Il semble que ce soit le citrange qui concentre le plus cet élément.

La concentration de 1 g. Na Cl par litre influence très peu les teneurs en Ca et Mg qui diminuent cependant avec 2 g. Na Cl par litre.

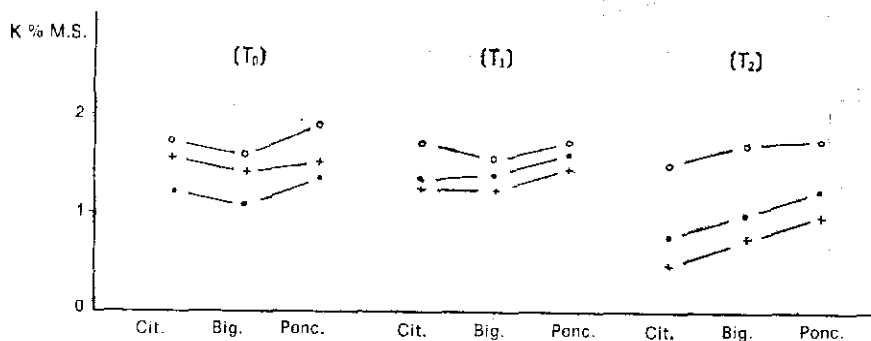


Figure 70.

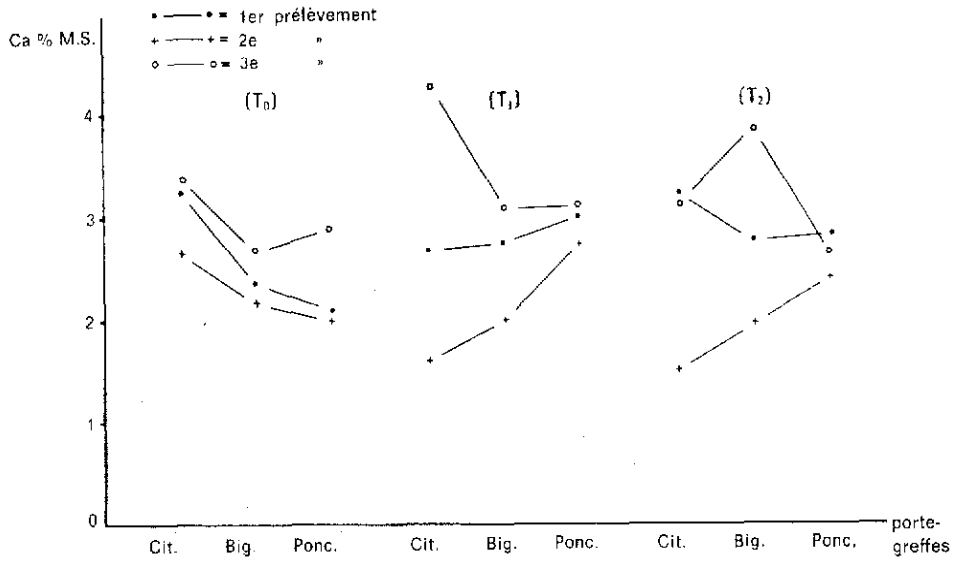


Figure 71.

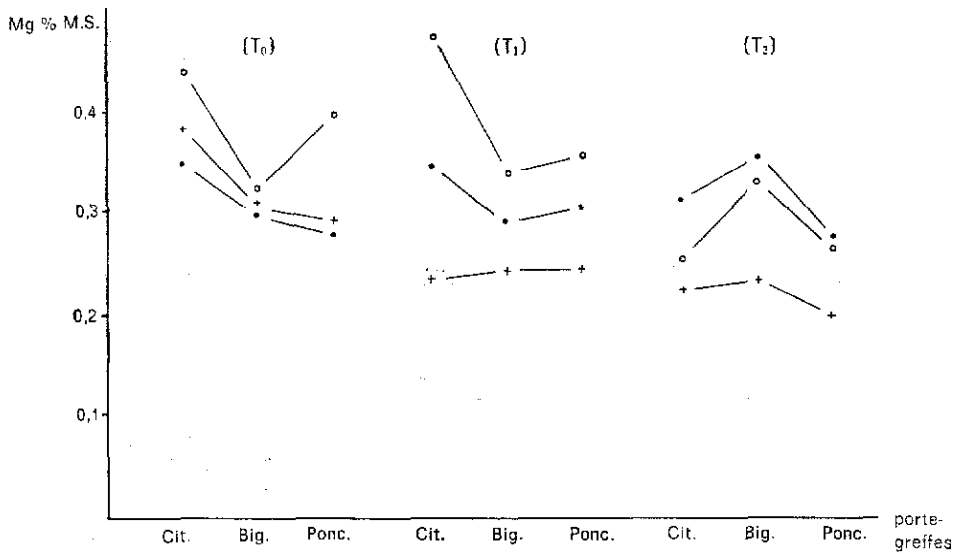


Figure 72.

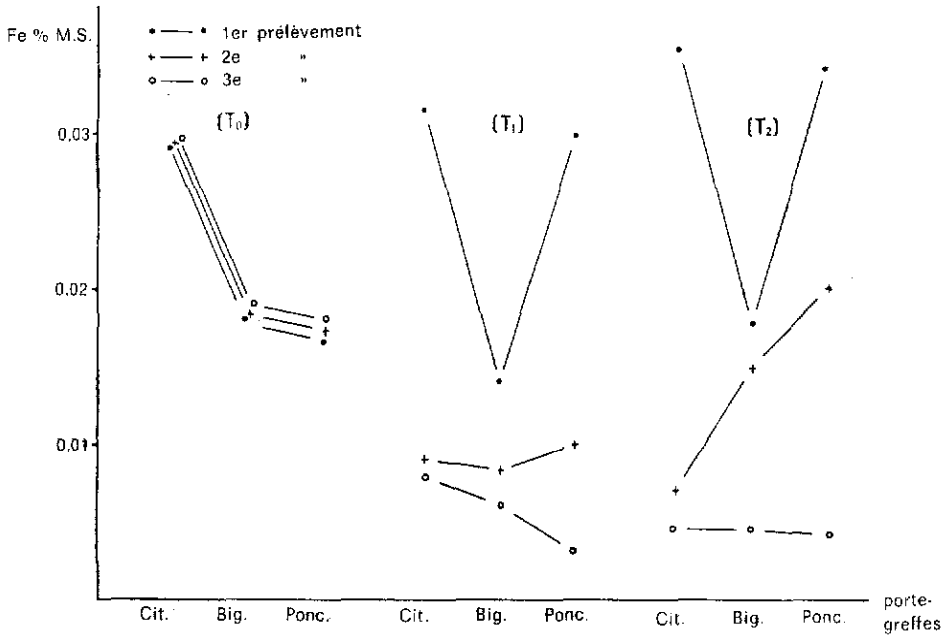


Figure 73.

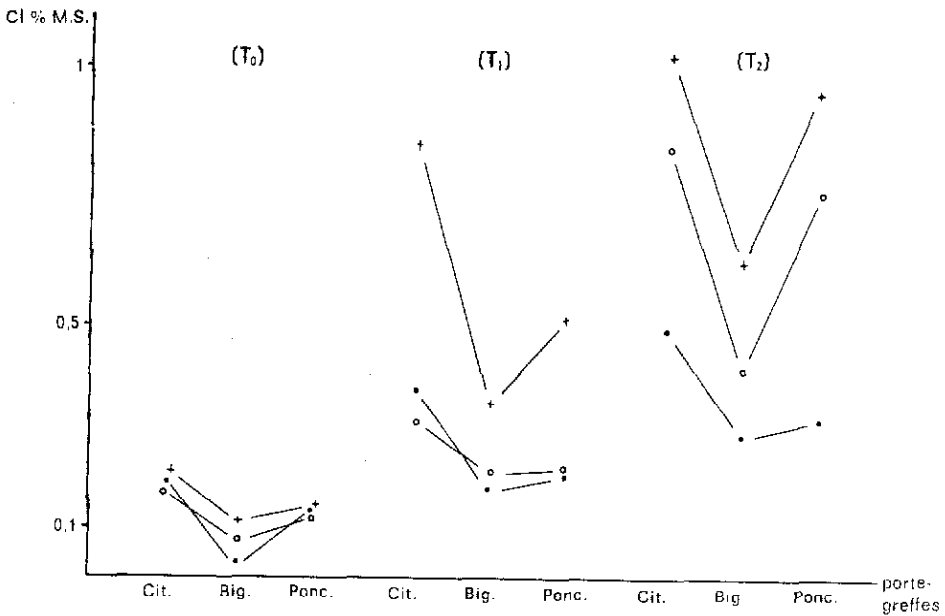


Figure 74.

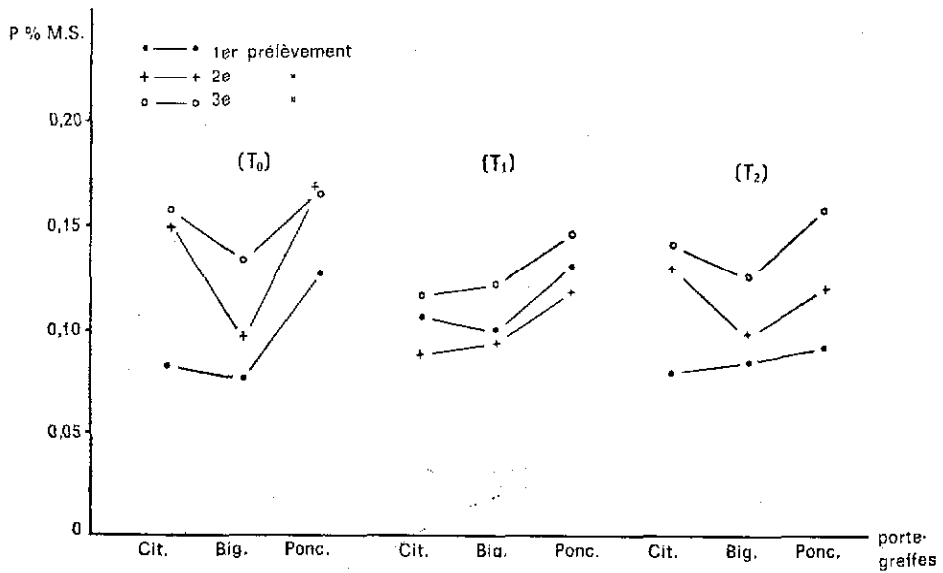


Figure 75.

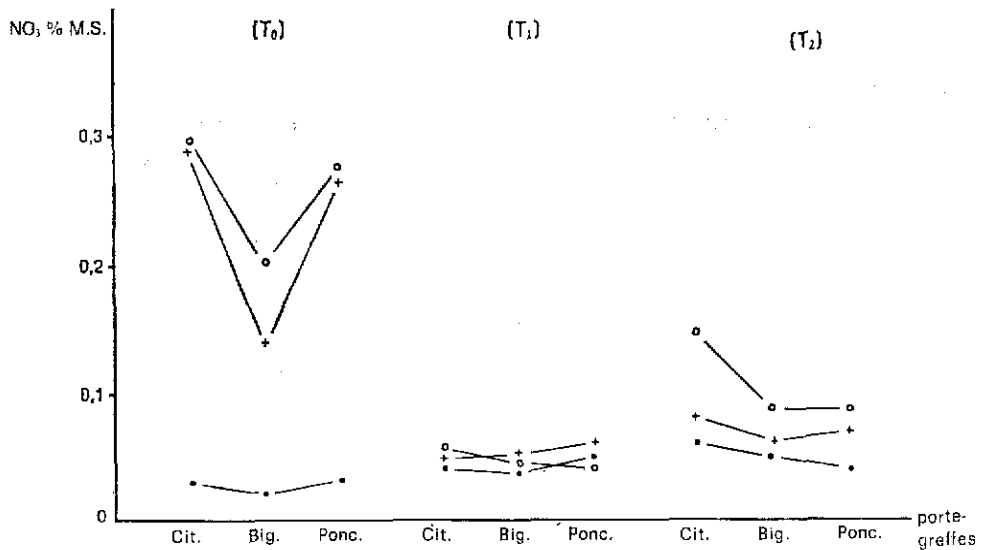


Figure 76.

Figures 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76 - Comparaison de la composition minérale des feuilles de Clémentinier greffé sur Citrange, Bigaradier et Poncirus, en fonction du prélèvement (1^{er} = 22.5.74; 2^e = 22.7.74; 3^e = 22.9.74) et du traitement (T₀ = témoin; T₁ = 1 g ClNa/1; T₂ = 2 g ClNa/1).

Les teneurs les plus faibles en ces deux éléments sont obtenues avec l'association Clémentinier sur Citrange, et les plus élevées en Ca avec Clémentinier sur Poncirus.

Pour le Mg, c'est le bigaradier qui accumule le plus cet élément dans les feuilles de Clémentinier.

Pour le Fe, il est difficile de dire quel est le porte-greffe qui accumule le plus ou le moins cet élément, en raison des ses fluctuations mais, là aussi, les traitements engendrent une diminution en cet élément.

C. *Variation de la composition minérale en fonction de la date d'échantillonnage.*

Des prélèvements dans le temps nous ont permis de mieux comprendre l'effet de l'accumulation des ions chlore et sodium sur l'absorption d'autres éléments.

1. *Premier prélèvement.*

Ce premier prélèvement effectué un mois après l'apport des deux concentrations en Na Cl a eu un effet très marqué sur les teneurs en éléments des feuilles de Clémentinier.

Cl, Na, Fe, et Ca augmentent dans des proportions différentes selon le porte-greffe. De ces quatre éléments, c'est le chlore qui augmente le plus, le sodium et le fer, le moins. L'accumulation du Calcium est intermédiaire.

NO₃ augmente légèrement.

Les teneurs en K, avec la concentration de 1 g. Na Cl par litre sont sensiblement élevées.

Elles diminuent avec la concentration de 2 g. Na Cl par litre. Le Mg augmente légèrement pour les deux traitements. Le P augmente avec le premier traitement et diminue avec le second.

2. *Deuxième prélèvement.*

Alors que le premier échantillonnage avait un effet très peu marqué sur les teneurs en éléments nutritifs, après trois mois en présence des deux concentrations en Na Cl, l'analyse des feuilles de ce deuxième prélèvement montre des perturbations profondes au niveau de l'absorption.

Dans les feuilles des témoins, les teneurs de tous les éléments augmentent. Dans les feuilles des plantes irriguées avec des solutions nutritives enrichies en chlorure de sodium, seuls les ions Cl et Na augmentent.

Tous les autres éléments (K, Ca, Mg, Fe, P) diminuent à l'exception du NO₃ qui augmente sensiblement. De tous ces éléments, c'est le Fe qui semble être le plus affecté.

3. Troisième prélèvement.

Après suppression des apports en Na Cl et reprise de l'irrigation de toutes les plantes avec une solution nutritive exempte en ce sel, les teneurs en chlore et sodium diminuent par rapport au deuxième prélèvement mais sans toutefois atteindre les niveaux du premier.

Chez les plantes témoins les niveaux d'accumulation de l'ensemble des éléments sont plus importants que ceux des deux premiers prélèvements. Dans les feuilles des plantes préalablement soumises aux deux traitements (apport de Na Cl), les teneurs en K, Ca, P et NO₃ augmentent en dépassant celles du premier prélèvement.

Les teneurs en Mg augmentent également tandis que le Fe continue à être freiné dans son absorption.

DISCUSSION.

En milieu salin, l'interaction porte-greffe \times traitement a été étudié par HAMZA (10), LABANAUSKAS et BITTERS (14), WILLIAM et COOPER (19), KIRPATRICK, HOTCHKISS et NIREMATI (12), COOPER et REYNADO (6), EMBLETON et MATSUMURA (8), ALTMAN (1), et il a été clairement démontré sur différentes variétés du genre Citrus que l'interaction porte-greffe \times traitement a une influence variable selon le porte-greffe, sur l'accumulation des éléments dans les feuilles du greffon.

Nos résultats confirment ceux des auteurs précédents et les différences d'accumulation trouvent leur explication dans les propriétés intrinsèques de chacun des systèmes racinaires quant à l'absorption des ions.

Indépendamment du système racinaire, l'effet moindre qu'exerce la concentration de 1 g. Na Cl par litre par rapport à 2 g. Na Cl par litre sur les teneurs en Ca, Mg, et K est en rapport avec les teneurs relativement faible du Na qui ne semble pas exercer des effets antagonistes importants au niveau de ce traitement.

Avec 2 g. Na Cl par litre, l'effet antagoniste du Na est plus marqué avec le potassium. Le chlore, en raison de son extrême mobilité se concentre dans de grandes proportions et s'oppose à l'entrée du NO₃ et du phosphore.

L'irrigation des plantes avec solutions salines pendant un mois (premier prélèvement) semble être suffisante pour perturber l'absorption de NO₃ mais très courte pour influencer celle des autres éléments. Après trois mois de traitement avec Na Cl, les accumulations importantes en Na et Cl engendrent des perturbations sur l'absorption de l'ensemble des éléments dont le niveau diminue avec la concentration de Na Cl dans les solutions nutritives. Ceci est en accord avec les résultats de ORTUNO, PARA et HERNANDEZ (16) qui

montrent des modifications dans la composition minérale de la feuille d'Oranger, sous l'influence de la salinité.

Sur Citrus également, ORTUNO et HERNANDEZ (15) ont observé une diminution en azote, phosphore et calcium et une augmentation du potassium et magnésium avec la salinité du milieu.

Après reprise de l'irrigation avec une solution exempte de chlorure de sodium, l'élimination des éléments Na et Cl semble avoir pour effet un retour à une absorption de tous les éléments à l'exception du Fe qui continue à diminuer.

Ceci pourrait être dû à la reprise d'une absorption normale en calcium et phosphore qui pourraient exercer à leur tour un effet antagoniste sur le fer. D'une façon générale, l'accumulation des ions Cl et Na semble perturber sérieusement l'absorption du fer.

CONCLUSIONS.

La nutrition du greffon (Clémentinier) est influencée par l'interaction porte-greffe x traitement.

L'irrigation d'un mois avec des solutions salines ne semble pas avoir des effets importants sur l'absorption des éléments minéraux.

Après trois mois d'irrigation avec des solutions salines, des perturbations profondes apparaissent au niveau de l'absorption ionique.

La reprise de l'irrigation avec une solution nutritive exempte de Na Cl, se traduit par une nutrition normale des plantes pour tous les éléments, à l'exception du fer.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) ALTMAN A., 1973 - *Passive and active components of chloride absorption in the bark and the wood of Citrus roots.* « *Physiol. plant.* », 29, 163-168.
- (2) BUSCA J. W., A. C., 1958 - *Chloride absorption.* « *Calif. Citrof.* », 12, 9-12.
- (3) CHAPMAN H. D., 1960 - *Leaf and soil analysis in Citrus orchards.* « *Univ. Calif. Div. Agri. Sci.* », 25, 2350.
- (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) COOPER W. C., GORDON S. et OLSON O., 1952 - *Ionic accumulation in Citrus as influenced by rootstocks an scion and concentration of salts and boron in the substrate.* « *Plant physiology* », 191-202.

- (6) COOPER W. C., PEYNADO A., 1956 - *Review of studies on adaptability of Citrus varieties as rootstocks for grape fruit in Texas*. « J. Rio Grande Val. hort. Sci. », 10, 6-19.
- (7) COOPER W. C., et al., 1959 - *Chloride and boron tolerance of young Citrus trees on various rootstocks*. « J. Rio Grande Val. hort. Sci. », 13, 89-96.
- (8) EMBLETON T. W., MATSUMURA M., 1962 - *Chloride and other elements in avocado leaves as influenced by rootstocks*. « J. am. Soc. hort. Sci. », 80, 230-236.
- (9) FURR J. R., REAM C. L., 1968 - *Shoot growth of Valencia orange in relation to salinity and salt accumulation*. « J. am. Soc. hort. Sci. », 3, 153-158.
- (10) HAMZA M., 1964 - *Etude par la méthode du diagnostic foliaire de la nutrition minérale d'orangers irrigués à l'eau douce et à l'eau salée en Tunisie*. Colloque européen sur le contrôle de la nutrition minérale et de la fertilisation, Montpellier, 316-321.
- (11) HEWITT A. A., FURR J. R., 1965 - *Influence of salt source on the uptake of chlorides by selected Citrus seedling*. « J. am. Soc. Sci. », 86, 201-204.
- (12) KIRPATRICK J. D., HOTCHKISS C. W. et NIREMADI L., 1973 - *The role of Citrus rootstocks and scions in the accumulation of sodium and chloride*. International Citrus Congress, Spain-Murcia-Valencia, 152-153.
- (13) KOVERGA E. L., 1959 - *Effets des chlorures sur les réactions physiologiques chez citronnier*. Trudy Gosudart. Nikitsk. Bot. Sada U.R.S.S.
- (14) LABANAUSKAS E. K., BITTERS W. P., 1974 - *The influence of rootstocks and interstocks on the nutrient concentration in Valencia leaves*. « J. am. Soc. hort. Sci. », 99, 32-33.
- (15) ORTUNO-MARTINEZ A., HERNANDEZ A., 1968 - *Evoluciones de macronutrientes durante la dinamica del crecimiento y desarrollo de la hoja de limoneros*. « Ann. Edaf. Agrobd. », 27, 817-834.
- (1) ORTUNO-MARTINEZ A., PARA M. et HERNANDEZ A., 1971 - *Rapports des bio-éléments dans la feuille de Citrus Sinensis L. Obseck*. « Fruits », 26, 435-442.
- (17) PEARSON H. E., HUBERTY M. R., 1959 - *Response of Citrus to irrigation with water of different chemical composition*. « J. am. Soc. hort. Sci. », 73, 248-256.
- (18) RODNEY A. et al., 1956 - *Relation of chemical composition of leaves and roots to decline and collapse of California lemon trees*. « J. am. Hort. Sci. », 68, 234-244.
- (19) WILLIAM C., COOPER B., 1952 - *Ionic accumulation in Citrus as affected by rootstocks and scions and concentration of salts and boron in the substrate*. « Plant Physiology », 191-202.
- (20) ZID E., 1974 - *Influence du chlorure de sodium sur la croissance l'économie de l'eau et la nutrition minérale du Citrus aurantium L. cultivé en aquiculture stricte*. Thèse de troisième cycle, Faculté des Sciences de Tunis.