

VARIATIONS DES TENEURS EN OLIGO-ELEMENTS DES FEUILLES DE CITRUS EN FONCTION DE LEUR AGE

M. NADIR *

Introduction

L'évolution des éléments majeurs en fonction de l'âge des feuilles a été déjà étudiée (6).

Le but essentiel de la présente étude est de connaître aussi l'évolution des oligo-éléments, ce qui permettra de situer la période la plus favorable à la prise d'échantillon pour l'appréciation des niveaux d'oligo-éléments dans les Citrus.

Nous avons cherché également à savoir si les symptômes visuels de carence correspondent bien aux carences indiquées par les analyses.

Enfin, nous avons vérifié si la pulvérisation foliaire d'un oligo-élément, réalisée dans de bonnes conditions, fait monter le niveau de ce même oligo-élément dans les feuilles.

* Chef du laboratoire agronomique à la Société Agricole de Services au Maroc. Al-Awamia, 51, pp. 31-53, avril, 1974.

La 1^{re} étude détaillée sur les variations saisonnières des oligo-éléments, sodium et hydrate de carbone dans les orangers Valencia était réalisée par SMITH & *al.* en 1952 (8). Ces auteurs ont montré que tous les oligo-éléments étaient en concentrations supérieures dans les feuilles de printemps que dans celles de l'été. En outre, ces auteurs avaient mentionné une migration des oligo-éléments des feuilles vers les organes en formation, exception faite pour le fer.

Ensuite, une étude faite par LABANAUSKAS & *al.* (3) avait montré que dans les feuilles de Washington Navel, greffé sur oranger doux, les concentrations en zinc et cuivre avaient tendance à diminuer, alors que celles en manganèse, bore et fer, augmentaient avec l'âge des feuilles.

Enfin une étude faite par GONZALEZ, SICILIA & *al.* (2) en Espagne, avaient confirmé les conclusions de LABANAUSKAS & *al.*

Matériel et méthodes

Nous avons choisi des vergers apparemment sains dans des régions suivantes : Rabat-Salé, Dar Guedarri, Sidi-Slimane et Tadla.

Dans le choix des vergers, pratiquement toute la gamme des sols du Maroc complantés en agrumes est représentée.

a. Le verger de la région de Rabat-Salé était planté sur un sol léger de composition moyenne (3 % argile - 3 % limon - 38 % sables fins - 54 % sables grossiers).

Nous y avons étudié deux variétés : Doublefine et Clémentinier.

Les renseignements concernant ce verger ont été décrits ailleurs (4 et 5).

En 1970, ces deux variétés avaient environ 15 ans. La production moyenne par arbre pour les trois dernières années 1968-69 et 70 était de 120 kg pour Doublefine, et 100 kg pour Clémentinier.

Les prélèvements périodiques d'échantillons de feuilles étaient effectués pour la Doublefine sur 9 arbres, et pour le Clémentinier sur 20 arbres.

b. Dans la région de Dar Guedarri, la variété choisie est la Washington Navel, plantée en 1950 sur un « sol léger » de composition moyenne (20 % argile - 20 % limon - 42 % sables fins - 4 % sables grossiers - 12 % calcaire).

Les prélèvements périodiques des feuilles ont été réalisés sur 19 arbres.

La production moyenne pour les années 1968-69 et 70 était de 180 kg par arbre.

c. Dans la région de Sidi-Slimane, le verger complanté en Valencia Late a un sol « dess lou:d » de composition moyenne (40 % argile - 30 % limon - 15 % sables - 15 % calcaire).

Dans cette même région, le verger complanté en Hamelin a un sol « tirsifié » de composition moyenne (46 % argile - 10 % limon - 30 % sables - 12 % calcaire).

Pour chacune de ces deux variétés, les prélèvements périodiques de feuilles ont été réalisés sur 20 arbres.

La variété Valencia Late fut plantée en 1956, et la variété Hamelin en 1957.

La production moyenne pour les années 1968-69 et 70 était de 80 kg par arbre pour Valencia Late et, de 130 kg par arbre pour Hamelin.

Ces arbres recevaient uniquement une fumure azotée, en moyenne 1,5 unité d'azote par arbre et par an, sans aucun apport d'autres fumures. L'analyse foliaire a révélé des niveaux très faibles en potassium et en phosphore.

d. Enfin, dans la région du Tadla, les prélèvements des feuilles étaient réalisés sur Clémentinier, Valencia Late, Doublefine et Hamelin.

La composition moyenne du sol dans ce dernier verger est la suivante : 43 % argile - 14 % limon - 21 % sables fins - 3 % sables grossiers - 16 % calcaire.

Toutes ces variétés avaient le bigaradier comme porte-greffe.

Nous avons observé des symptômes visuels de carences en zinc et en manganèse, sur les feuilles de tous les arbres échantillonnés, sauf ceux de la région de Rabat-Salé, qui avaient reçu régulièrement des pulvérisations foliaires de zinc sous forme d'oxyde à raison de 200 g par hectolitre, avec un mouillant, au début du mois d'avril de chaque année. De ce fait, on n'a observé à Rabat-Salé que la carence en manganèse.

Les prélèvements périodiques des feuilles furent réalisés sur

les rameaux porteurs de fruits, à la portée de la main, dans les quatre orientations de l'arbre. Les premiers prélèvements ont commencé sur des feuilles âgées d'environ un mois et, se sont poursuivis jusqu'à la cueillette des fruits.

Au laboratoire, les échantillons de feuilles ont été lavés dans un détergent contenant de l'acide acétique et, ensuite rincés plusieurs fois avec de l'eau déionisée pour éliminer les éléments minéraux se trouvant en surface. Après séchage, les feuilles ont été broyées avec un broyeur en agate. Sur la poudre sèche, les oligo-éléments Cu, Zn et Mn ont été déterminés par Spectrophotométrie d'absorption atomique et, le bore par Colorimétrie au Carmin.

Etant donné que le fer total ne renseigne pas sur le rôle physiologique de cet élément au niveau cellulaire, nous ne l'avons pas dosé dans nos échantillons.

Les résultats d'analyse sont exprimés en mg par kg de matière sèche.

Résultats

Variété Doublefine

1. Verger de la région de Rabat-Salé

a. Le zinc

Les figures 1 et 2 montrent les variations des teneurs en zinc dans les feuilles en fonction de leur âge.

Remarque : Les arbres marqués « traités », ont reçu un supplément de fumure potassique par rapport à la ration destinée normalement chaque année à ces arbres.

En regardant les figures 1 et 2, on constate que, le niveau du zinc augmente avec l'âge dans les feuilles jeunes ; cette augmentation est particulièrement importante. Ainsi, la teneur du zinc passe du 8 avril au 23 juillet, de 24,5 à 130 ppm pour les « Traités » et de 15,5 à 140 ppm pour les « Non-Traités », c'est-à-dire qu'en l'espace de trois mois, ces niveaux sont multipliés environ par 5 chez les traités et par 9 chez les « Non-Traités ».

Nous avons déjà mentionné que les Citrus du verger de Rabat-Salé, recevaient chaque année au début d'avril des pulvérisations foliaires de zinc.

FIG. 1 — Variations des taux des oligo-éléments Zn, Mn, Cu et B des feuilles de doublefine (traités) en fonction de leur âge (région Rabat-Salé).

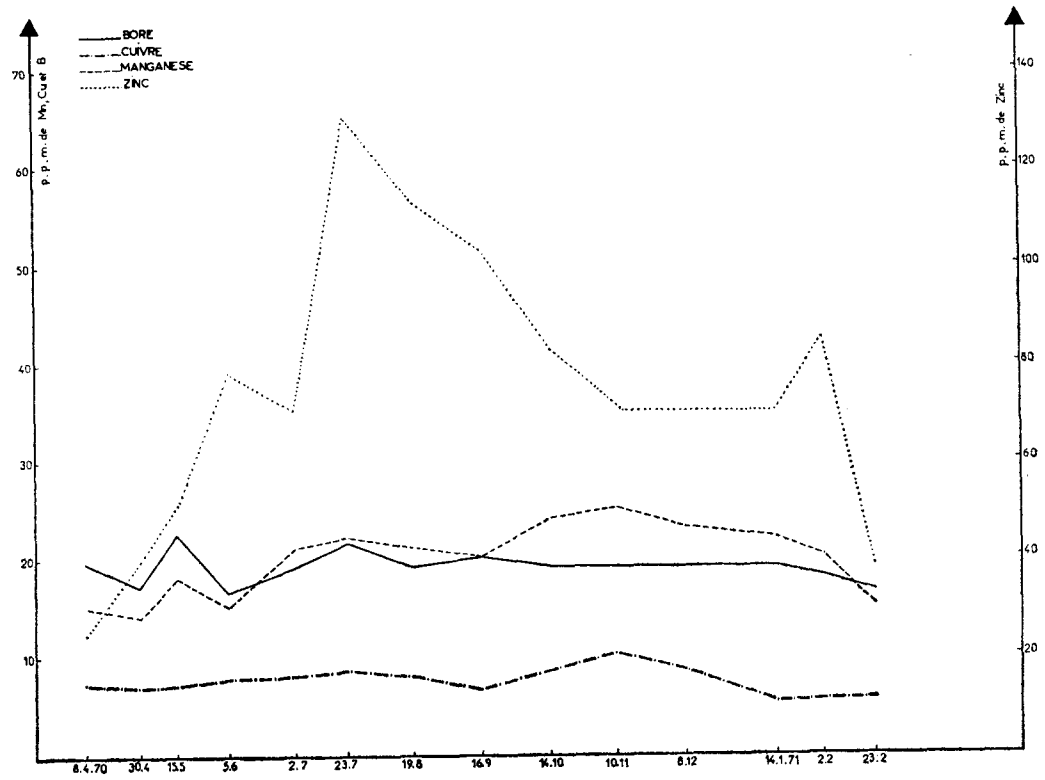
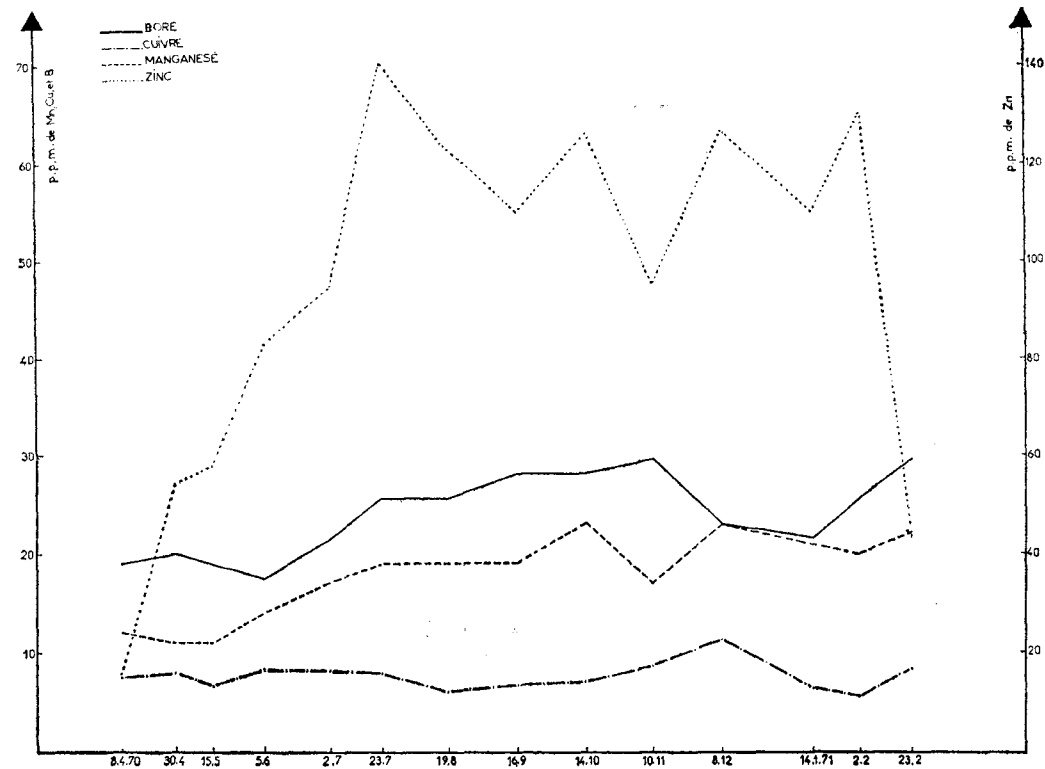


FIG. 2 — Variations des taux des oligo-éléments Zn, Mn, Cu et B des feuilles de doublefine (non traités) en fonction de leur âge (région Rabat-Salé).



Cette élévation rapide montre clairement que *l'absorption du zinc se fait par les feuilles jeunes*, et que cette absorption se poursuit au moins jusqu'au 23 juillet.

L'absorption du zinc pluvérisé se trouvant sur les feuilles, est certainement facilitée par la rosée et les précipitations occultes, qui sont très abondantes dans la zone côtière du Maroc.

L'existence de zinc non-assimilé dans les résultats d'analyse (après lavage dans un détergent acidulé, suivi de plusieurs lavages dans l'eau déionisée) est à exclure, car les concentrations en zinc (et pratiquement en tous les éléments minéraux, exception faite de quelques-uns) diminuent avec l'âge des feuilles, tout au moins dans les feuilles très jeunes (6), malgré l'absorption de ces éléments par les racines.

Du fait que la pulvérisation de zinc est réalisée au début d'avril, c'est-à-dire avant le premier prélèvement de feuilles, pour les prélèvements du 8 avril au 23 juillet, on aurait dû trouver des teneurs décroissantes, ou bien des teneurs à peu près constantes de cet oligo-élément. Mais ici nous sommes en présence d'une augmentation des teneurs en zinc avec l'âge des feuilles, montrant ainsi que les jeunes feuilles continuent à absorber les ions du zinc se trouvant sur les feuilles.

Pour les feuilles adultes, il y a des variations plus ou moins importantes, parfois même avec des baisses très sévères par exemple pour les « traités », entre 2 juillet et 10 novembre.

Pour le dernier prélèvement le 23 février 1971, il se produit une chute brutale des teneurs allant de 85 à 38 ppm pour les « Traités » et de 130 à 43 ppm pour les « Non-Traités ».

Comme la date du 23 février correspond en général dans la zone côtière du Maroc, au départ de la végétation, cette baisse importante et brutale des niveaux du zinc peut s'expliquer par une migration de cet oligo-élément des feuilles adultes vers les organes néoformés.

Nous verrons dans d'autres cas où les arbres n'ont pas reçu des pulvérisations foliaires que les concentrations en zinc, ont tendance à diminuer avec l'âge des feuilles.

b. Le manganèse

Pour les feuilles très jeunes, il y a une petite diminution de manganèse suivie d'une augmentation puis d'une stabilisation à un niveau relativement constant.

En regardant bien les courbes de l'évolution de manganèse, on constate qu'il y a une augmentation sensible de concentration de cet élément en fonction de l'âge des feuilles. Ceci confirme les résultats publiés par d'autres chercheurs.

Sur certains arbres, on a pu déceler les symptômes visuels de carence en manganèse, qui correspondent effectivement aux niveaux faibles de cet oligo-élément.

Cette carence est plus répandue chez les feuilles très jeunes, particulièrement sur celles des rameaux gourmands. A mesure que les feuilles vieillissent les symptômes de carence visuels disparaissent, ce phénomène est en relation avec l'augmentation des taux de manganèse dans les feuilles plus âgées.

c. Le cuivre

Les teneurs en cuivre évoluent très peu en fonction de l'âge des feuilles. Mais les figures 1 et 2 révèlent une baisse de concentration de cuivre vers le mois de février, cette date correspond en général au départ de la végétation dans la région côtière. Cette constatation confirme une migration de cuivre vers les nouveaux organes ; ce phénomène a été déjà mentionné par les auteurs américains (8 et 3).

d. Le bore

Chez la variété Doublefine à Rabat-Salé, les teneurs en bore évoluent peu. C'est une exception, et nous verrons que d'une manière générale les teneurs en bore évoluent amplement en fonction de l'âge des feuilles. Ce phénomène est probablement lié à la nature légère du sol de ce verger, qui est mal pourvu en oligo-éléments.

En regardant les figures 1 et 2, on constate que les teneurs en zinc dépassent largement celles en bore, *alors que dans les fruits les teneurs en bore restent toujours plus élevées que celles en Zn, Mn et Cu* (7).

2. Verger de la région de Tadla

a. Le zinc

Ici la variation des teneurs en zinc est différente de celle constatée pour le verger de Rabat-Salé, tout au moins pour les feuilles très jeunes.

On remarque une évolution différente de celle que nous avons vue chez la Doublefine de la région de Rabat-Salé : les teneurs en

zinc diminuent pour les feuilles très jeunes devenant adultes, alors qu'elles restent à peu près constantes dans les feuilles adultes (FIG. 3).

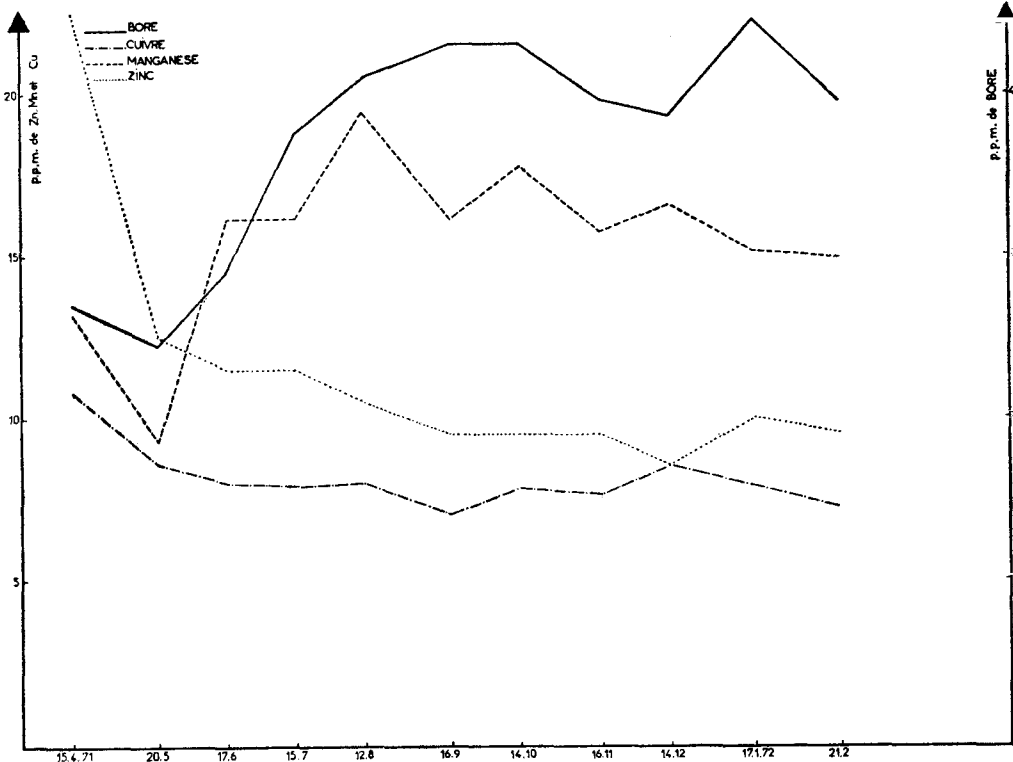
D'une manière générale, on constate que les concentrations en zinc baissent au cours du vieillissement des feuilles. Ce phénomène confirme les observations faites par les Américains et les Espagnols.

Les symptômes visuels de carence en zinc, apparaissent surtout sur les feuilles âgées.

La comparaison de l'évolution des teneurs en zinc entre les orangers Doublefine plantés dans le Tadla, et ceux plantés à Rabat-Salé, qui sont approvisionnés différemment en zinc, montre que l'apport adéquat d'un oligo-élément, à condition qu'il soit assimilable par la plante, peut modifier l'allure de l'évolution de l'élément en question.

Le cas de la variété Doublefine de la région de Rabat-Salé est très significatif.

FIG. 3 — Variations des taux des oligo-éléments Zn, Mn, Cu et B des feuilles de doublefine en fonction de leur âge (région Tadla).



On constate que l'apport foliaire de zinc évite une chute du niveau de cet élément dans les feuilles très jeunes et même fait monter les teneurs.

b. Le manganèse

On constate une légère chute des teneurs, suivie d'une augmentation, puis d'une stabilisation (FIG. 3). L'allure de l'évolution du manganèse ne révèle pas une augmentation des concentrations de cet élément pour les feuilles âgées.

c. Le cuivre

Comme pour le manganèse, on observe une baisse très légère au début, celle-ci est suivie d'une stabilisation (FIG. 3).

d. Le bore

La teneur en bore subit une petite baisse, suivie immédiatement d'une augmentation qui se prolonge jusqu'à mi-octobre. Après cette date, la teneur en bore baisse pour remonter ensuite, avant de baisser pour le dernier prélèvement.

La baisse de concentration en bore, constatée après mi-octobre, peut être expliquée par la migration de cet élément vers les nouvelles pousses, qui apparaissent à cette époque.

L'allure de l'évolution du bore montre qu'effectivement la concentration de cet élément augmente avec l'âge des feuilles. Ce phénomène confirme les données américaines et espagnoles.

Variété Hamelin

1. Verger de la région de Sidi-Slimane

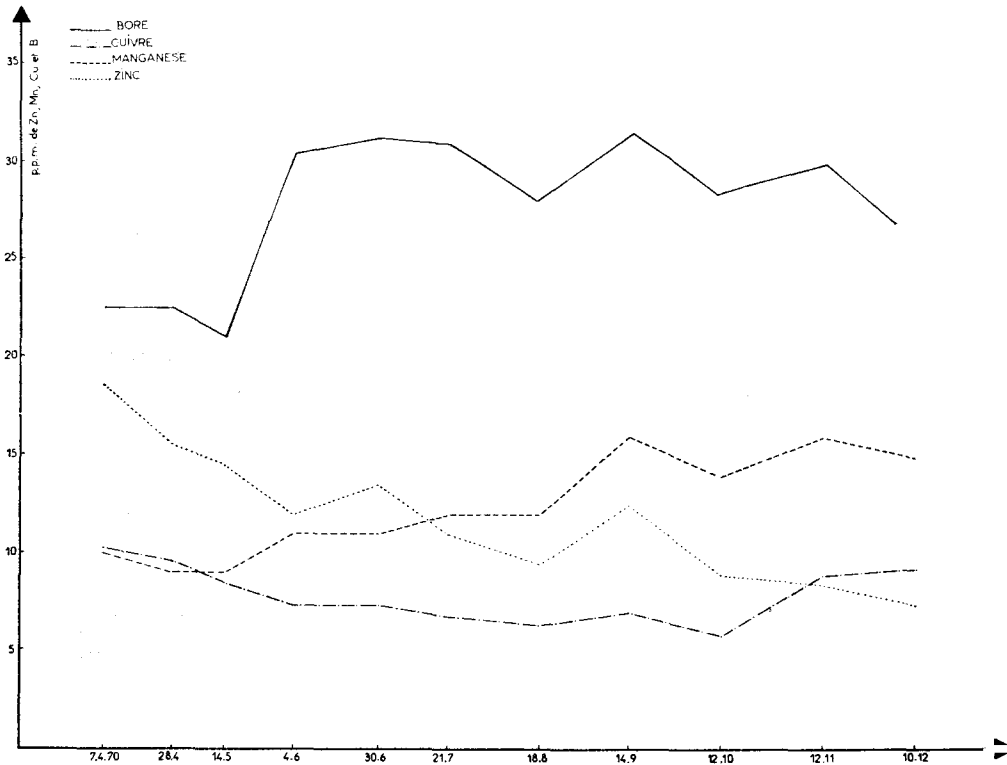
La figure 4 montre les variations des teneurs en oligo-éléments des feuilles de Hamelin en fonction de leur âge.

a. Le zinc

Les teneurs diminuent très faiblement en fonction de l'âge des feuilles pour se stabiliser à peu près dans les feuilles adultes. Mais en réalité, on s'aperçoit que les concentrations en zinc, ont tendance à diminuer avec l'âge des feuilles.

On remarque que le niveau du zinc reste toujours inférieur à 15 ppm dans les feuilles adultes ; ce niveau faible confirme les symptômes visuels de carence en zinc, constatés sur les feuilles des arbres échantillonnés.

FIG. 4 — Variations des taux des oligo-éléments Zn, Mn, Cu et B des feuilles de Hamelin en fonction de leur âge (région Sidi-Slimane).



b. Le manganèse

Après une petite baisse, les teneurs en manganèse augmentent sensiblement avec l'âge des feuilles mais ces teneurs restent quand même inférieures à 20 ppm, confirmant ainsi les symptômes visuels de carence en manganèse, observés dans ce verger.

c. Le cuivre

Les teneurs de cuivre restent sensiblement constantes dans le temps.

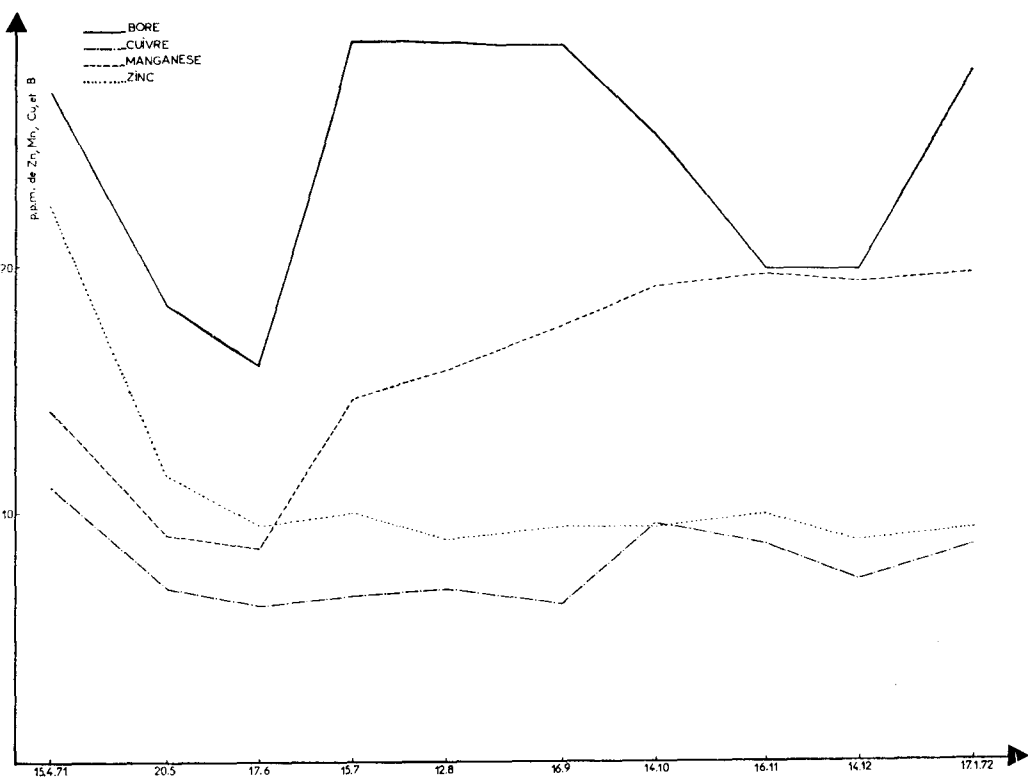
d. Le bore

Le bore subit une baisse légère, pour remonter et se stabiliser ensuite dans les feuilles adultes. Mais l'allure générale de l'évolution en bore, montre que les concentrations en cet élément augmentent avec l'âge des feuilles.

2. Verger de la région de Tadla

La figure 5 montre les variations des teneurs en oligo-éléments des feuilles d'oranger Hamelin dans la région du Tadla

FIG. 5 — Variation des taux des oligo-éléments Zn, Mn, Cu et B des feuilles de Hamelin en fonction de leur âge (région Tadla).



Les variations des teneurs en oligo-éléments dans les feuilles de Hamelin de ce verger, sont à peu près identiques à celles du verger de Sidi-Slimane, avec la différence qu'ici les teneurs en bore varient dans des limites assez larges. En particulier, une baisse très importante de concentration en bore se produit entre mi-septembre et mi-décembre. La cause de cette baisse, entre autres facteurs, est probablement une migration de cet élément vers les nouvelles pousses (pousses d'automne).

Variété Valencia Late

1. Verger de la région de Sidi-Slimane

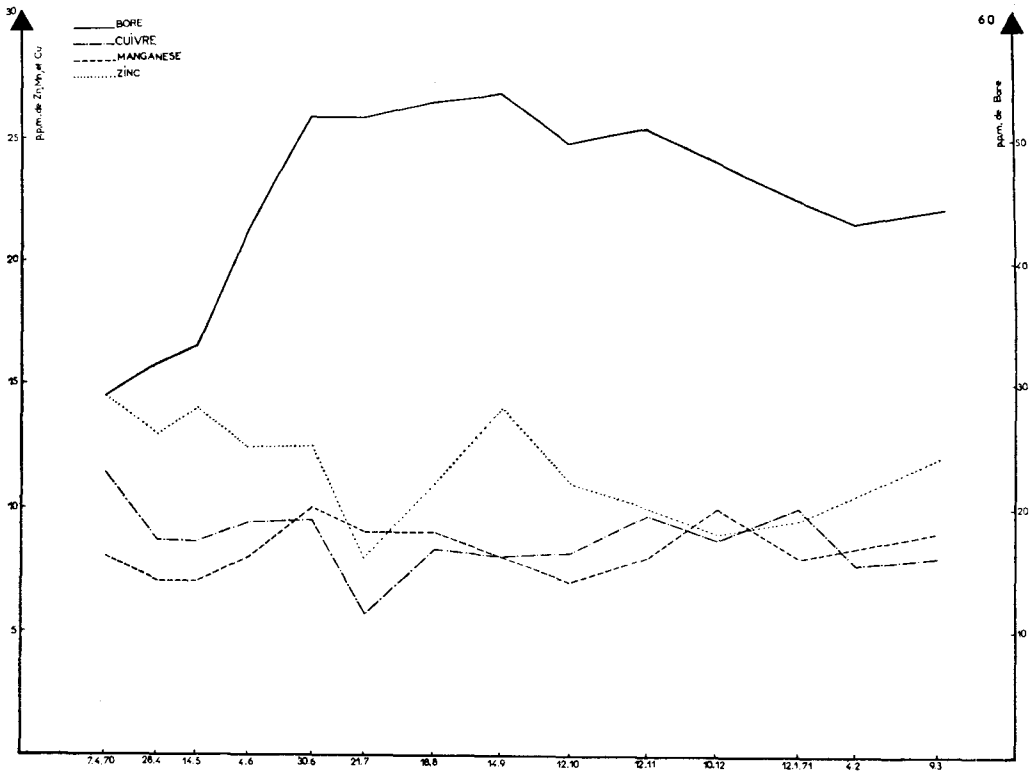
a. Les éléments zinc, manganèse et cuivre

La figure 6 montre que les teneurs en zinc, manganèse et cuivre baissent légèrement dans les feuilles très jeunes, puis remontent pour se maintenir à peu près constantes dans les feuilles adultes.

b. Le bore

La teneur en bore augmente au cours de la croissance des

FIG. 6 — Variations des taux des oligo-éléments Zn, Mn Cu et B des feuilles de Valencia Late en fonction de leur âge (région Sidi-Slimane).



jeunes feuilles, pour atteindre un maximum dans les feuilles adultes précédant une légère baisse jusqu'à la cueillette des fruits (FIG. 6).

2. Verger de la région du Tadla

Dans ce verger, nous avons effectué des prélèvements de feuilles sur Valencia Late dans deux carrés (C₂ et C₆). En regardant les figures 7 et 8, on s'aperçoit tout d'abord qu'il y a une similitude frappante dans l'évolution des oligo-éléments dans ces deux carrés.

En second lieu, on constate une baisse des teneurs en zinc, manganèse, cuivre et bore au cours de la croissance des jeunes feuilles, suivie d'une augmentation pour le manganèse et le bore, qui se stabilisent ensuite. Pour le zinc et le cuivre, ces teneurs deviennent à peu près constantes pour les feuilles adultes. En observant de près, on constate que les concentrations de ces deux derniers oligo-éléments baissent avec l'âge des feuilles, exception faite pour le cuivre du carré 6.

Il est à remarquer que dans les deux carrés les symptômes

FIG. 7 — Variations des oligo-éléments Zn, Mn, Cu et B des feuilles de Valencia Late C₂ en fonction de leur âge (région Tadla).

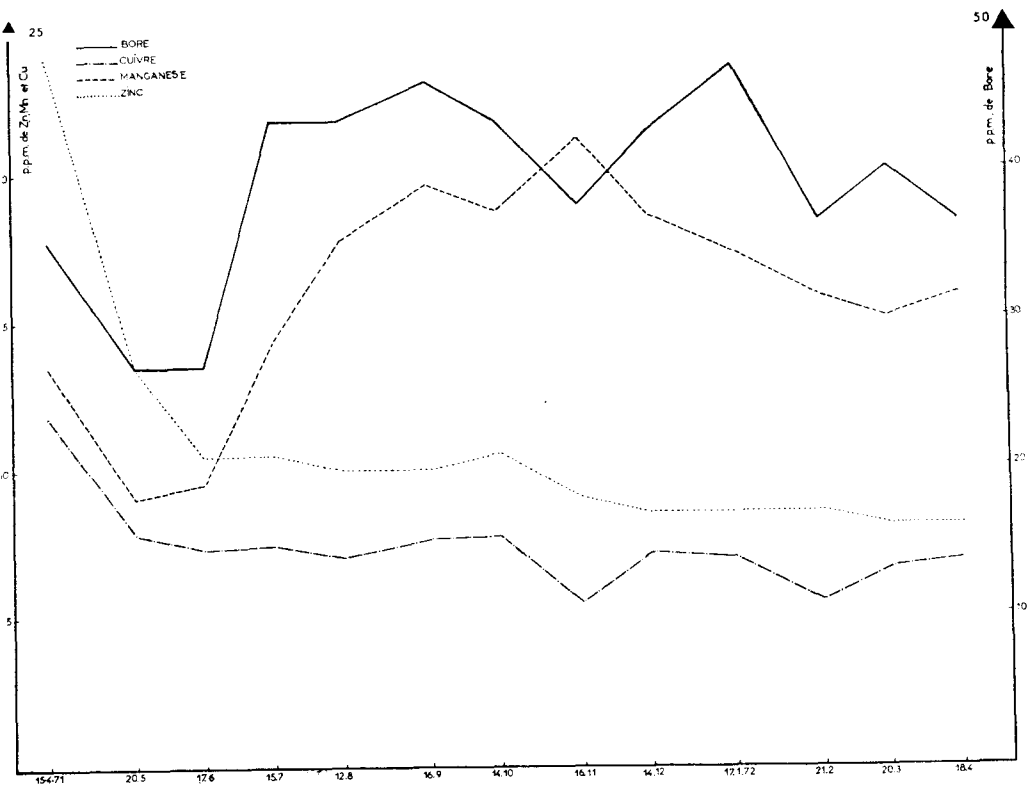
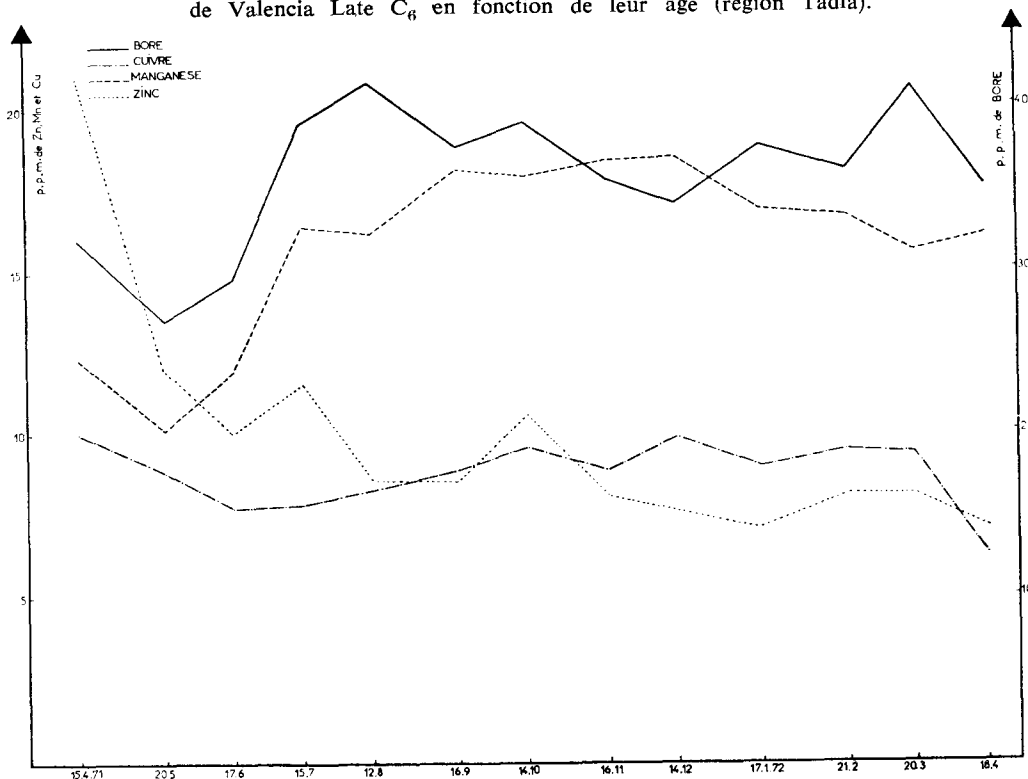


FIG. 8 — Variations des taux des oligo-éléments Zn, Mn, Cu et B des feuilles de Valencia Late C₆ en fonction de leur âge (région Tadla).



visuels de carence en zinc et en manganèse sont confirmés par les niveaux très faibles de ces deux oligo-éléments dans les feuilles.

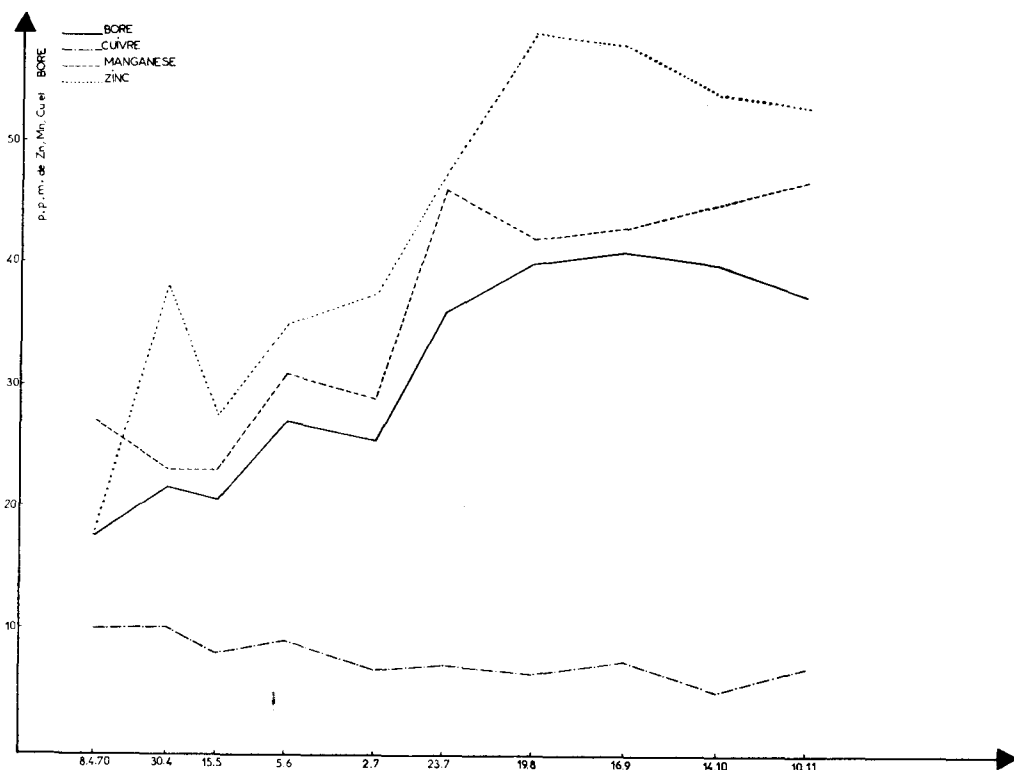
Variété Clémentinier

1. Verger de la région de Rabat-Salé

Cette variété se trouve dans le verger où nous avons réalisé des prélèvements de feuilles sur la variété Doublefine. Par conséquent, les Clémentiniers ont reçu également chaque année au début du mois d'avril des pulvérisations foliaires de zinc.

A part une petite baisse des teneurs en manganèse pour les feuilles très jeunes, dans l'ensemble, les oligo-éléments zinc, manganèse et bore évoluent de la même façon, avec une augmentation au cours de la croissance des feuilles jeunes, pour se stabiliser ensuite dans les feuilles adultes, alors que les teneurs en cuivre, varient très peu au cours de la croissance des feuilles (FIG. 9). Globalement on constate que les concentrations en zinc, en manganèse et en bore augmentent, alors que celles en cuivre diminuent avec l'âge des feuilles.

FIG. 9 — Variations des taux des oligo-éléments Zn, Mn, Cu et B des feuilles de Clémentinier en fonction de leur âge (région Rabat-Salé).



Ce phénomène confirme encore une fois les observations faites par d'autres chercheurs, avec la seule différence qu'ici, la concentration du zinc augmente avec l'âge des feuilles, alors qu'en principe elle devrait baisser. Mais cette baisse se produit seulement à partir du 19 août, et se prolonge jusqu'au dernier prélèvement correspondant à la récolte des fruits.

Nous avons vu que dans ce verger les orangers Doublefine et les Clémentiniers avaient reçu des pulvérisations foliaires de zinc, et que de ce fait chez ces deux variétés, le niveau du zinc avait nettement augmenté.

Cette augmentation des concentrations en zinc par la voie foliaire, avait compensé la diminution de celles-ci qui devait se produire au cours du vieillissement des feuilles.

2. Verger de la région du Tadia

Les teneurs en zinc et en cuivre, baissent modérément au cours de la croissance des feuilles, alors que le manganèse et le bore, après une baisse dans les feuilles jeunes, remontent dans les feuilles adultes (FIG. 10). Enfin, avant la récolte, il se produit une baisse sensible du niveau du bore, et une augmentation de celui du manganèse.

Variété Washington Navel

1. Verger de Dar Gueddari dans le Gharb

A part une légère baisse du zinc pour les feuilles très jeunes et une petite augmentation pour les feuilles adultes vers le 18 août, on peut considérer que les oligo-éléments zinc, manganèse et cuivre varient faiblement en fonction de l'âge des feuilles dans le verger de Dar Gueddari. Par contre, l'augmentation des teneurs en bore est très importante au cours de la croissance des feuilles (FIG. 11).

On remarque le niveau particulièrement faible du manganèse dans ce verger, confirmant ainsi les symptômes visuels de carence observés sur les feuilles des arbres échantillonnés.

Discussion

Le but essentiel recherché dans ce travail c'est de connaître les variations des oligo-éléments en fonction de l'âge des feuilles.

Pour le Maroc, nous avons démontré que les variations des éléments majeurs sont très importantes en fonction de l'âge des feuil-

FIG. 10 — Variations des taux des oligo-éléments Zn, Mn, Cu et B des feuilles de Clémentinier en fonction de leur âge (région Tadla).

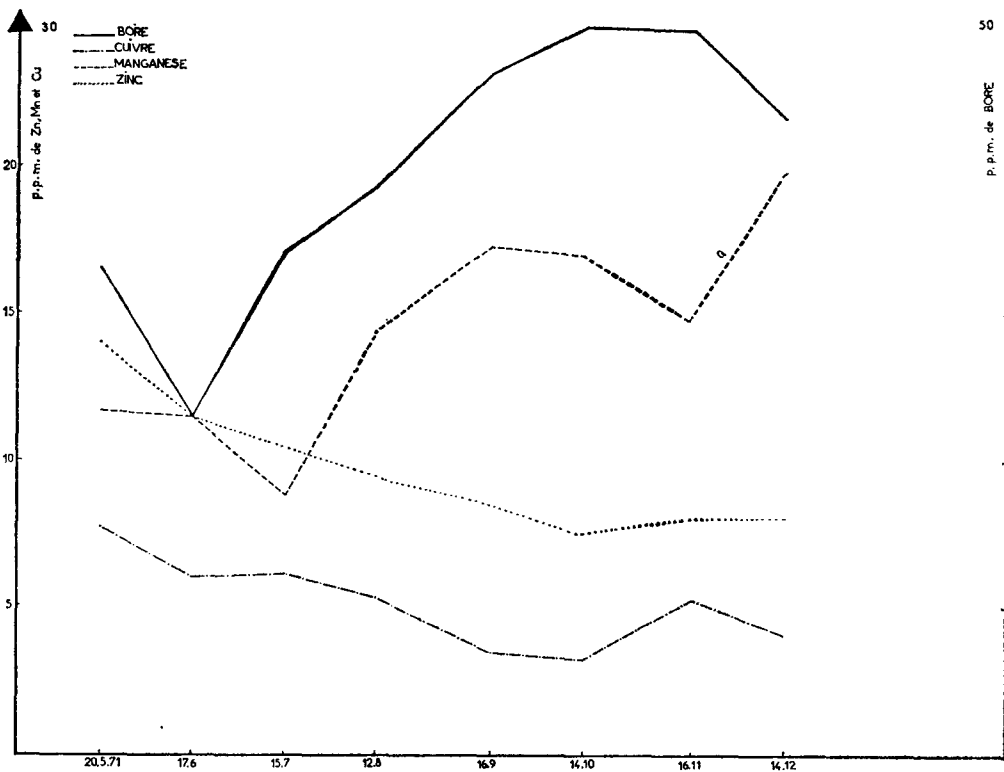
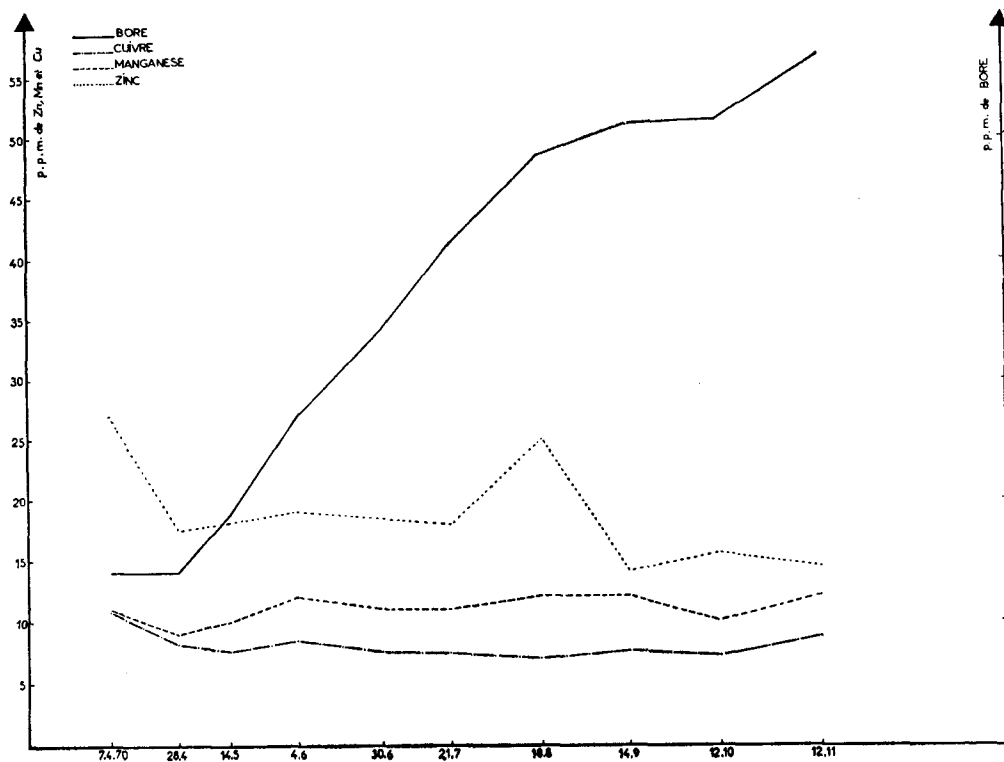


FIG. 11 — Variations des taux des oligo-éléments Zn, Mn Cu et B des feuilles de Washington Navel en fonction de leur âge (région Gharb).



les (6), particulièrement dans les feuilles très jeunes ; nous observons le même phénomène pour les oligo-éléments.

De ce fait l'analyse chimique des feuilles âgées de cinq mois ou plus, prises sur des rameaux fructifères, donne une image réelle des niveaux des oligo-éléments chez les Citrus.

Dans la majorité des cas au cours de la croissance des feuilles, les teneurs en oligo-éléments baissent au début dans les feuilles très jeunes. Pour les feuilles adultes, les teneurs en zinc et en cuivre continuent à baisser modérément, alors que celles en manganèse et en bore, continuent à augmenter.

Les petites variations des teneurs en oligo-éléments constatées dans des feuilles âgées de plus de cinq mois (de cinq mois à la récolte des fruits), restent malgré tout dans les limites des « normes » établis par CHAPMAN (1) pour chaque niveau.

Nous avons remarqué que parmi les oligo-éléments étudiés, l'amplitude des variations du bore est grande, même dans les feuilles âgées de plus de cinq mois. Mais quand on considère les « normes » de CHAPMAN (1) pour le bore on constate que le niveau faible du bore est évalué entre 15 et 40 ppm, et le niveau moyen est compris entre 50 et 200 ppm.

Cela montre bien que lorsque l'amplitude des variations d'un élément dans les feuilles en fonction des autres facteurs que l'âge des feuilles est grande, les fourchettes des valeurs pour différents niveaux sont plus étendues.

En outre, l'observation et la détection des symptômes visuels de carence d'un ou de plusieurs oligo-éléments sur les arbres échantillonnés permettront de corriger une erreur dans la teneur d'un oligo-élément des feuilles analysées.

A travers la diversité des facteurs agropédologiques, variétaux etc..., on constate que dans la majorité des cas, les concentrations en zinc et en cuivre ont tendance à diminuer, alors que celles en manganèse et en bore à augmenter avec l'âge des feuilles. Cette constatation est conforme aux résultats obtenus par d'autres auteurs (8, 3 et 2).

Les exceptions observées, ainsi que les petites variations des concentrations d'oligo-éléments, sont dues probablement aux facteurs suivants non enregistrés : climat, activité microbienne, influence des éléments fertilisants, nature des sols et des eaux d'irrigation, etc...

A ces facteurs, s'ajoute le phénomène de migration de ces oligo-éléments vers les organes néoformés, comme les nouvelles pousses et la floraison.

Enfin, l'apport foliaire d'un oligo-élément, réalisé dans de bonnes conditions, fait monter le niveau de ce même oligo-élément dans les feuilles. Ce phénomène contribue à modifier l'allure de la courbe d'évolution de l'oligo-élément en question.

Dans les feuilles, il n'apparaît pas une dominance nette de l'un des quatre oligo-éléments (Zn, Mn, Cu et B) sur les trois autres. Normalement, les niveaux du bore sont plus élevés que ceux du zinc, du manganèse ou du cuivre, mais l'apport foliaire du zinc, a fait monter les niveaux de cet élément par rapport à ceux du bore.

المباخص

تبين هذه الدراسة ، بعد اعتبار العوامل الشتى المختصة بفن الزراعة وتركيب الاراضي بعض الخواص الآتية :

1 - يظهر عموما أن كمية (Zn) و (Cu) تتناقص بينما تتكاثر كمية (Mn) و (B) مع نمو الاوراق .

2 - ينخفض مقياس العناصر (Cu, Mn, Zn) و (B) في الاوراق عند ظهور الاوراق الجديدة أو الزهور . وان هذا لنقص لنتاج عن انتقال العناصر منها الى الفروع الحديثة .

3 - اذا رشت الاوراق باي عنصر ، وكانت جميع الشروط مستوفية ، يلاحظ ارتفاع في مقياس هذا العنصر ، وينتج عن ذلك تغيير في هيئة منحني تطوره .

4 - تستفيد الاوراق الحديثة من هذا العنصر الذي ترش به أكثر من الاوراق القديمة .

5 - الاعراض التي تدل عن عدم وجود بعض العناصر ، والتي تراقب على بعض الاوراق المعاييرة يمكن اثباتها بتحليل هذه الاوراق .

6- لن تظهر في الاوراق أي سيطرة واضحة من طرف احدى العناصر الاربعة (Zn, Cu, Mn, B) على الثلاثة الاخرى عاديًا تبدو مقاييس (B) أهم من مقاييس (Zn, Mn, Cu) ، لكن اضافة عنصر (Zn) تجعل مقياس هذا الاخير أوفر من مقياس (B) .

7 - أما التغييرات الضعيفة لمقاييس العناصر ، والتي تشاهد خلال نمو الاوراق فهي ولا شك ناتجة عن العوامل الغير المسجلة الآتية :

المناخ ، تاثير الجرائم ، ومواد الاخصاب ، تركيب الاراضي ومياه السقي ... الخ .

8 - التغييرات الملاحظة في الاوراق التي تبلغ أكثر من خمسة أشهر تصبح ضعيفة ولن تؤثر على تاويل نتائج التحليل .

وتصبح هذه النتائج دليلا عن حالة الشجرة الشبيء الذي يسمح بتحديد قياس بناء على المقاييس الملاحظة في هذه الاوراق المسنة .

RÉSUMÉ

A travers la diversité des facteurs agropédologiques, variétaux, etc..., certaines tendances sont dégagées par cette étude.

1. D'une manière générale, les concentrations en Zn et en Cu ont tendance à diminuer, alors que celles en Mn et en B à augmenter avec l'âge des feuilles.

2. Au cours de l'apparition des nouvelles pousses ou des fleurs, les niveaux des oligo-éléments (Zn, Mn, Cu et B) baissent dans les feuilles. Ce phénomène est la conséquence de la migration de ces oligo-éléments des feuilles vers les organes néoformés.

3. La pulvérisation foliaire d'un oligo-élément, réalisée dans de bonnes conditions, fait monter le niveau de ce même oligo-élément dans les feuilles. Ce phénomène contribue à modifier l'allure de la courbe d'évolution de l'oligo-élément en question.

4. Les feuilles jeunes assimilent mieux les oligo-éléments pulvérisés que les feuilles adultes.

5. Les symptômes visuels de carence des oligo-éléments observés sur les feuilles des arbres échantillonnés, sont confirmés par l'analyse foliaire.

6. Dans les feuilles, il n'apparaît pas une dominance nette de l'un des quatre oligo-éléments (Zn, Mn, Cu et B) sur les trois autres. Normalement les niveaux du B sont plus élevés que ceux du Zn, du Mn, ou du Cu, mais par exemple un apport de Zn peut faire monter le Zn au-dessus du B.

7. Les petites variations des niveaux d'oligo-éléments, observées au cours de la croissance des feuilles sont dues probablement aux facteurs suivants non enregistrés : climat, activité microbienne, influence des éléments fertilisants, nature des sols et des eaux d'irrigation, etc...

8. Les variations constatées dans les feuilles âgées de plus de cinq mois, sont faibles et n'affectent donc plus les interprétations des résultats d'analyse. Ceux-ci sont alors l'image de l'état de l'arbre et on peut créer des normes à partir des niveaux dans ces feuilles âgées.

RESUMEN

A través de la diversidad de factores agropedológicos, varietales, etc... Ciertas tendencias han sido sacadas de este estudio.

1. De una manera general, las concentraciones en zinc, y en cobre tienden a disminuir, y las de manganeso y boro aumentan con la edad de las hojas.

2. En el curso de la aparición de nuevos brotes o flores, los niveles de los oligo-elementos (Zn, Mn, Cu y B) bajan en las hojas.

Este fenómeno es una consecuencia de la migración de estos oligo-elementos de las hojas hacia los órganos nuevamente formados.

3. Una pulverización foliar de un oligo-elemento, realizada en buenas condiciones, hace subir el nivel de éste oligo-elemento en las hojas. Este fenómeno contribuye a modificar la forma de la curva de evolución del oligo-elemento en cuención.

4. Las hojas jóvenes asimilan mejor los oligo-elementos pulverizados, que las hojas adultas.

5. Los síntomas visuales de carencia de oligo-elementos observados sobre las hojas de los árboles elegidos han sido confirmados por la análisis foliar.

6. En las hojas, no aparece una neta dominancia de alguno de los cuatro oligo-elementos (Zn, Mn, Cu y B) respecto a los tres restantes.

Normalmente, los niveles del boro, son más elevados que los de Zn, Mn y Cu. Pero una aplicación de Zn puede hacer subir su nivel encima del Boro.

7. Las pequeñas variaciones de los niveles de oligo-elementos observadas en el transcurso del crecimiento de las hojas, son debidas probablemente a los factores siguientes no registrados: clima, actividad microbiana, influencia de elementos fertilizantes, naturaleza de los suelos y de las aguas de irrigación, etc...

8. Las variaciones constatadas en las hojas de más de cinco meses de edad, son pequeñas, y no afectan las interpretaciones de los resultados de análisis. Estos son, entonces la imagen del estado del árbol, y se puede crear normas partiendo de los niveles en éstas hojas de cierta edad.

SUMMARY

Through the diversity of agropedologic, variety agents, some tendencies can be out lived by this study.

1. On the whole, the « Zn » and « Cu » concentrations tend to decrease, while the « Mn » and « B » ones tend to increase in relation to the leaves age.

2. When new growings or flowers appear, the oligo-elements (Zn, Mn, Cu and B) level decreases in the leaves : this is the consequence of the movement of these oligo-elements from the leaves, towards the new organe.

3. The leaf pulverization of an oligo-element when realized in proper conditions increases the proportion of this oligo-element in the leaves. This helps to modify the aspect of the evolution curve of this very element.

4. The young leaves assimilate the hulverized oligo-elements better than the adult leaves.

5. The visual symptoms of the lack in oligo-elements observed on the leaves of some sampled trees are confirmed by the analysis of the leaves.

6. There is no appearance in the leaves of a real superiority in any of the 4 oligo-elements (Zn, Mn, Cu and B) on the three others. Normally, the proportions in B are higher than the Zn, Mn or Cu ones ; but a Zn supply can make the Zn proportion superior to the B one.

7. The slight variation in the proportions of oligo-elements observed during the leaves growth are certainly due to those (non registered) agents : climate, microbial activity, influence of fertilizing elements, grounds quality, water etc...

8. The variation observed in the older leaves (X than 5 months old) are small and no effect on the analysis results. These results are then a reflex of the tree condition and it is possible to create standards, according to the levels in those adult leaves.

BIBLIOGRAPHIE

1. CHAPMAN, H.D. — 1960. Leaf and soil analysis in Citrus orchards. — Univ. Calif. div. Agr. Sci. Manuel, **25**, 53 p.
2. GONZALEZ, SICILIA DE JUAN, E. & KOEN MOSSE — 1962. Analisis foliar en el genero Citrus L. variación de elementos minerales en hojas de naranjo Washington Navel en ba temporada 1962. — An. Inst. Nac. Invest. Agron., Esp., **XII**, pp. 39-59.
3. LABANAUSKAS, C.K., W.W. JONES & T.W. EMBLETON — 1959. Seasonal Changes in Concentrations of Micronutrients (Zn, Cu, B, Mn, and Fe) in Leaves of Washington Navel Orange. — Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., Vol. 74, pp. 300-307.
4. NADIR, M. — 1965. Contribution à la détermination d'une fumure rationnelle des agrumes par l'analyse foliaire. — Al-Awamia, **16**, pp. 123-147, Rabat.
5. — 1966. Analyses des feuilles, des sols et des eaux d'irrigation dans quelques orangeries marocaines. — Al-Awamia, **21**, pp. 9 à 18, Rabat.
6. — 1968. Les méthodes d'échantillonnage des feuilles d'agrumes au Maroc pour le diagnostic foliaire. — II. Colloque Européen et Méditerranéen, Séville (Espagne).
7. — 1974. Evolution des oligo-éléments dans un fruit de Citrus au cours de sa croissance et exportation de ces oligo-éléments par la récolte. — En cours de publication.
8. SMITH, P.F., W. REUTHER & A.W. SPECHT — 1952. Seasonal Change in Valencia Orange Trees II. Changes in Microelements, Sodium, and Carbohydrates in Leaves — Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., vol. 59, pp. 31-35.