

43

ROYAUME DU MAROC



LABORATOIRE  
d'ENTOMOLOGIE

*R. V. F. / 172*

# AL AWAMIA

REVUE DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE MAROCAINE



Direction de la Recherche Agronomique

— RABAT —

Avril 1972

## SOMMAIRE

|  |    |
|--|----|
| NADIR M. — Evolution des éléments minéraux de la matière organique et de l'eau libre des oranges au cours de leur Croissance .....                   | 1  |
| NADIR M. — Matières fraîches, matières sèches et teneurs des éléments minéraux dans les différents organes et parties des Citrus en production ..... | 17 |
| NADIR M. — Teneurs moyennes des éléments minéraux des fruits de Citrus .....   | 31 |
| TISSOT R. — L'exportation familiale au Maroc (une méthode d'étude).  |    |
| BENJAMAA A. — Avenir de l'utilisation des plastiques en cultures maraîchères au Maroc .....  | 51 |
| TOUTAIN G. — Multiplication du Palmier Dattier. II. Observations sur la reprise végétative du Palmier Dattier  | 81 |
| HENRY A. — Essai d'analyse économique des petites exploitations agricoles du Tadla .....   | 59 |
| SCHLUTER K.A. — Premières observations sur la pourriture latérale du collet de la Betterave Sucrière au Maroc..                                      | 89 |

ROYAUME DU MAROC



# AL AWAMIA

REVUE DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE MAROCAINE



Direction de la Recherche Agronomique

— RABAT —

Avril 1972

# EVOLUTION DES ELEMENTS MINERAUX, DE LA MATIERE ORGANIQUE ET DE L'EAU LIBRE DES ORANGES AU COURS DE LEUR CROISSANCE

M. NADIR

## Introduction

Il est utile d'indiquer les raisons qui nous ont amenés à faire une étude sur l'évolution des éléments minéraux, de la matière organique et de l'eau libre des oranges au cours de leur croissance. En particulier les deux raisons principales sont les suivantes : en premier lieu, au cours de la croissance des feuilles nous avons constaté que les niveaux de certains éléments minéraux baissaient vers fin mai-début juin, ensuite qu'ils remontaient ; en second lieu, nous avons observé, un manque de corrélation positive entre les teneurs des éléments minéraux des feuilles et l'importance de la production en fruits.

Avant de voir l'évolution des éléments minéraux de la matière organique et de l'eau libre des oranges au cours de leur croissance, nous étudierons brièvement les deux observations que nous venons d'évoquer.

## 1. Baisse des niveaux des éléments minéraux dans les feuilles

L'étude de « l'évolution des éléments minéraux des feuilles en fonction de leur âge », a montré, que les niveaux d'azote de phosphore et de potassium baissent de façon hautement significative (probabilité

de 99 %) entre avril et juin. Alors que les niveaux d'azote augmentent de façon hautement significative entre juin et août, et ceux de phosphore et de potassium continuent à baisser, et parfois restent constants.

## 2. Quelques exemples illustrant les taux des éléments minéraux des feuilles et la production de l'arbre

Ces quelques exemples d'analyses foliaires portent sur des prélèvements de feuilles, toujours effectués dans les mêmes conditions, sur des rameaux fructifères comprenant vingt pour cent des arbres d'un verger choisis au hasard. En conséquence, toutes les précautions sont prises pour éliminer les erreurs provenant des méthodes d'échantillonnages.

Le tableau I illustre « Les % des éléments minéraux par rapport au poids sec (à la matière sèche) des feuilles de Citrus dans différentes régions agrumicoles marocaines ».

1<sup>er</sup> exemple *Valencia* : comparons les % des éléments minéraux sur une même variété dans deux régions du Maroc. A part le niveau du calcium qui est un peu plus élevé dans le Gharb, les taux des autres éléments sont comparables entre eux mais dans la colonne du rendement, on voit que les Valencia du Souss produisent 5 fois plus que les Valencia du Gharb.

2<sup>e</sup> exemple *Navel* : ici, nous comparons les Washington navel dans trois régions (Souss, Gharb et Marrakech). A part les Washington navel de Souss qui accusent un taux faible d'azote, il existe une identité remarquable entre les taux des autres éléments, pourtant le verger du Souss a le rendement le plus élevé malgré le niveau faible de l'azote.

3<sup>e</sup> exemple *Wilking* : (provenant d'un verger d'Ouled Taïma dans le Souss). Dans la même parcelle, nous avons fait des prélèvements de feuilles d'une part, sur des arbres très chargés (environ 200 kg par arbre) et, d'autre part sur ceux très peu chargés (environ 50 kg par arbre). On voit que les feuilles des arbres très chargés ont des niveaux moins élevés en N,P,K, par rapport aux arbres très peu chargés.

4<sup>e</sup> exemple *Navel* : (provenant d'un verger de Sebaâ Aïoun à Meknes, plantation 1934). Dans la même parcelle, jusqu'en 1966, malgré des variations de concentration des éléments minéraux, le rende-

TABLEAU I

Pourcentages des éléments minéraux par rapport à la matière sèche  
des feuilles de Citrus

| Provenance et<br>dates d'échan-<br>tillonnage | % N  | % P  | % K  | % Ca | % Mg | %<br>Cendres | Rendement<br>en kg par<br>arbre | Date de<br>plantation |
|---|------|------|------|------|------|--------------|---------------------------------|-----------------------|
| <b>1<sup>er</sup> exemple : Valencia</b>      |      |      |      |      |      |              |                                 |                       |
| Souss<br>(Oct. 1967)                          | 2,13 | 0,11 | 0,44 | 5,7  | 0,54 | 16,7         | 300                             | 1943                  |
| Gharb<br>(Oct. 1967)                          | 2,22 | 0,10 | 0,45 | 6,6  | 0,35 | 18,1         | 60                              | 1956                  |
| <b>2<sup>e</sup> exemple : Navel</b>          |      |      |      |      |      |              |                                 |                       |
| Souss<br>(Oct. 1967)                          | 1,93 | 0,09 | 0,51 | 7,3  | 0,50 | —            | 300                             | 1943                  |
| Gharb<br>(Oct. 1967)                          | 2,30 | 0,09 | 0,41 | 6,8  | 0,28 | —            | 70                              | 1943                  |
| Marrakech<br>(Oct. 1967)                      | 2,07 | 0,10 | 0,46 | 5,9  | 0,45 | —            | 200                             | 1939                  |
| <b>3<sup>e</sup> exemple : Wilking</b>        |      |      |      |      |      |              |                                 |                       |
| Wilking<br>(très chargés)                     | 2,03 | 0,09 | 0,47 | 6,9  | 0,70 | 19,5         | 200                             | —                     |
| Wilking<br>(peu chargés)                      | 2,18 | 0,10 | 1,00 | 4,9  | 0,50 | 15,0         | 50                              | —                     |
| <b>4<sup>e</sup> exemple : Navel</b>          |      |      |      |      |      |              |                                 |                       |
| Octobre 1964                                  | 2,45 | 0,10 | 0,47 | 6,5  | —    | 18,4         | 100                             |                       |
| Octobre 1965                                  | 2,45 | 0,11 | 0,85 | 5,1  | —    | 15,3         | 100                             |                       |
| Octobre 1966                                  | 2,36 | 0,09 | 0,67 | 6,4  | —    | 17,6         | 100                             |                       |
| Octobre 1967                                  | 2,89 | 0,12 | 1,22 | 4,5  | —    | 14,0         | 25                              |                       |

ment restait constant, environ 100 kg par arbre. Mais en 1967 il n'était plus que de 25 kg par arbre ; nous voyons que pour l'année 1967, le potassium a beaucoup augmenté.

Nous ne voulons pas allonger la liste des exemples, mais nous pourrions citer d'autres cas semblables.

Toutes ces anomalies créent des difficultés pour l'établissement de normes (niveaux des éléments minéraux dans les feuilles : carencé, faible, optimum élevé et excessif) propres au Maroc, en particulier pour le potassium, étant donné que sa concentration dans les feuilles est largement influencée entre autres facteurs, par le rendement.

D'une manière générale, les taux de potassium dans les feuilles de Citrus, comparés avec les normes étrangères paraissent faibles (1).

L'analyse des oranges, au Maroc, révèle dans la majorité des cas une prédominance de l'azote sur le potassium ; c'est l'inverse de ce qui a été jusqu'à maintenant généralement admis et démontré (2).

### 3. Matériel et méthodes

Cette étude a été effectuée au début, sur des échantillons provenant de deux régions comprenant chacune une variété : a. région du Gharb avec la variété Washington navel, b. région de Rabat-Salé, avec la variété Doublefine. Cette dernière variété comprenait des arbres traités avec sulfate de potassium et des témoins.

Par la suite elle a été étendue sur d'autre variété ; à part quelques détails qui diffèrent d'une variété à l'autre et d'un verger à l'autre, dans l'ensemble les résultats sont comparables entre eux. Toutes ces variétés ont le bigaradier comme porte-greffe.

En conséquence nous étudierons uniquement l'évolution des éléments minéraux de la matière organique et de l'eau libre des oranges de variété Washington navel, au cours de leur croissance. Nous signalerons également en temps opportun les particularités observées chez d'autres variétés.

#### a. *Caractéristiques du verger du Gharb*

Variété de Washington navel greffée sur bigaradier, plantée en 1952 avec un espacement de 7 m  $\times$  7 m.

#### 1. Apports de fumure : pas de renseignement avant 1967

1967 : en janvier environ 3 kg de phospho-potassique (0-10,5 - 21 S) par arbre, apport avec un localisateur ; au mois de mars, 1 kg d'ammonitrate (à 34 % d'azote) par arbre, épandage en surface.

1968 : en janvier 1,8 kg de phospho-potassique (0-22-22 S) par arbre, apport avec un localisateur ; au début mars, épandage en surface de 1,8 kg d'urée (à 45 % d'azote) par arbre.

1969 : même programme de fumure que pour l'année 1968

## 2. Granulométrie et pH du sol

Le tableau ci-dessous donne la composition physique de ce sol en % de terre à deux niveaux.

| Profondeur en cm | Argiles en % | Limons en % | Sables fins en % | Sables grossiers en % | Calcaire total en % | pH H <sub>2</sub> O | pH KCl |
|------------------|--------------|-------------|------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|--------|
| 0-20             | 24           | 26          | 35               | 5                     | 8                   | 8,4                 | 7,7    |
| 20-40            | 15           | 17          | 50               | 3                     | 14                  | 8,5                 | 7,8    |

## 3. Analyse de l'eau d'irrigation

| Bicarbonates | Chlorures | Sulfates | Sodium | Calcium | Magnésium | Potassium |
|--------------|-----------|----------|--------|---------|-----------|-----------|
| 198,3        | 147,7     | 72,0     | 96,0   | 40,4    | 37,3      | 3,9       |

### b. Méthodes d'échantillonnage

Les prélèvements d'échantillons furent effectués sur 40 arbres. Au début le nombre de fruits prélevés pour les analyses était élevé ; au fur et à mesure du grossissement des fruits, ce nombre se réduisit pour se maintenir à un minimum de 40 fruits, c'est-à-dire, un fruit au hasard par arbre.

Sur ces fruits, nous avons déterminé le poids frais, le poids sec, l'eau libre et les éléments minéraux (N,P,K,Ca,Mg et cendres carbonatées) ; les dosages ont été réalisés suivant les méthodes utilisées couramment, à savoir N par Kjeldhal, P par colorimétrie avec le réactif vanade - molybdate d'ammonium, K et Ca par photomètre de flamme (émission) et enfin Mg par photomètre de flamme (absorption atomique).

## 4. Résultats

### a. Evolution de N, P, et K en % de la matière sèche dans les oranges au cours de leur croissance

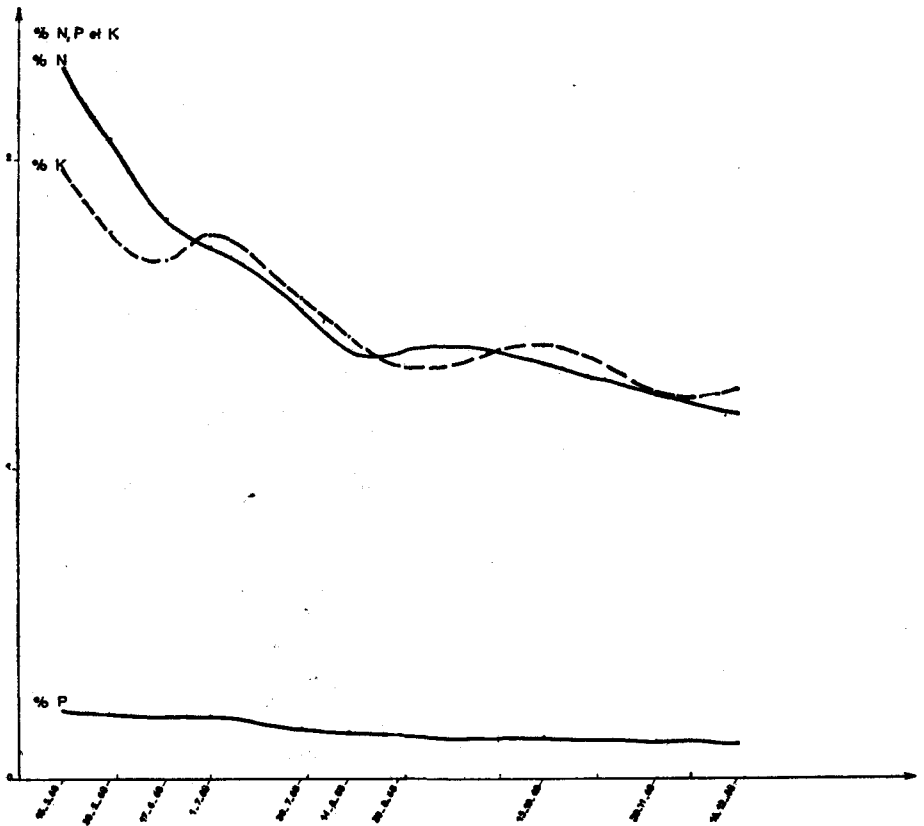


### 1. Azote

En regardant la figure 1 « Evolution des éléments minéraux N, P et K en % de poids sec dans les oranges Washington navel au cours de leur croissance » on s'aperçoit que l'azote diminue au cours de cette croissance d'abord rapidement, ensuite plus lentement. Les taux d'azote, au départ, sont supérieurs à ceux de potassium, par la suite, ce sont tantôt les uns ou tantôt les autres qui dominent ; mais à la récolte des fruits, les taux de potassium sont supérieurs à ceux d'azote. Au Maroc dans la majorité des cas les taux d'azote restent supérieurs à ceux de potassium dans les fruits.

### 2. Potassium

Sur la figure 1, on s'aperçoit que les niveaux du potassium, par rapport à la matière sèche des fruits, au cours de leur croissance, diminuent comme ceux de l'azote.



### 3. Phosphore

En regardant la figure 1, on s'aperçoit que les taux de phosphore par rapport à la matière sèche des fruits, sont, d'une part, très faibles, et, d'autre part, diminuent faiblement mais régulièrement au cours de la croissance des fruits.

#### b. Evolution des éléments minéraux N,P,K, d'une orange au cours de sa croissance

Dans cette étude nous avons calculé les quantités d'éléments minéraux présentes dans un fruit au cours de sa croissance.

#### 1. Azote

La figure 2 « Evolution du poids sec et des éléments minéraux N, P, et K d'une orange Washington navel au cours de sa croissance », révèle que les teneurs d'azote augmentent très faiblement jusqu'à fin mai, après cette date, il y a une augmentation très brutale des niveaux d'azote aux environs du 17.6.68 ; après cette période l'augmentation d'azote se poursuit jusqu'au début juillet, puis il y a un palier coïncidant avec l'apparition des pousses d'été et de nouveau une élévation soudaine suivie d'un ralentissement donnant presque un palier. A cette époque il a également apparition des pousses d'automne, enfin une nouvelle augmentation d'azote allant jusqu'à la cueillette des fruits.

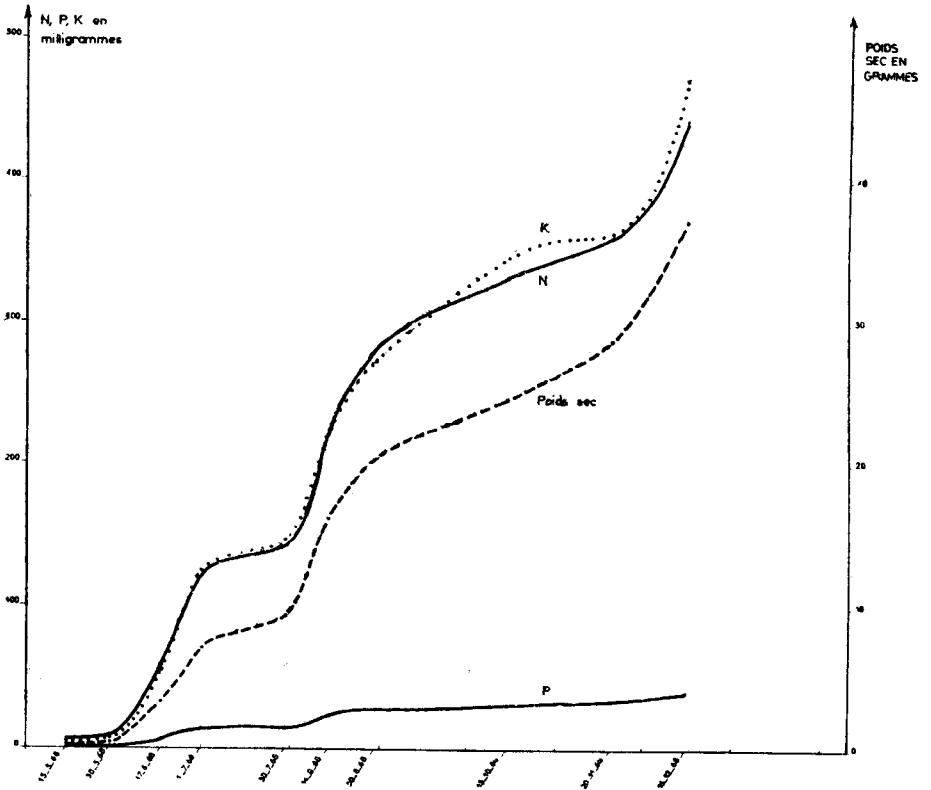
#### 2. Potassium

L'évolution de la teneur en potassium dans les fruits est identique à celle de l'azote, au cours de leur croissance (FIG. 2).

*Remarque* : L'évolution du potassium dans une orange de la variété Doublefine (FIG. 3), est à peu près identique à celle observée chez la variété Washington navel, toutefois vers fin novembre on observe une baisse des taux de potassium, qui se poursuit jusqu'à la récolte des fruits. Cette baisse coïncide avec l'apparition des nouvelles pousses et le départ de la végétation dans la zone côtière.

### 3. Phosphore

La figure 2 montre qu'au début les teneurs en phosphore sont faibles dans les fruits puis augmentent un peu au cours de leurs croissance. Malgré les taux faibles de P le rapport de concentrations entre fin mai et 17 juin est à peu près identique à celui d'azote.

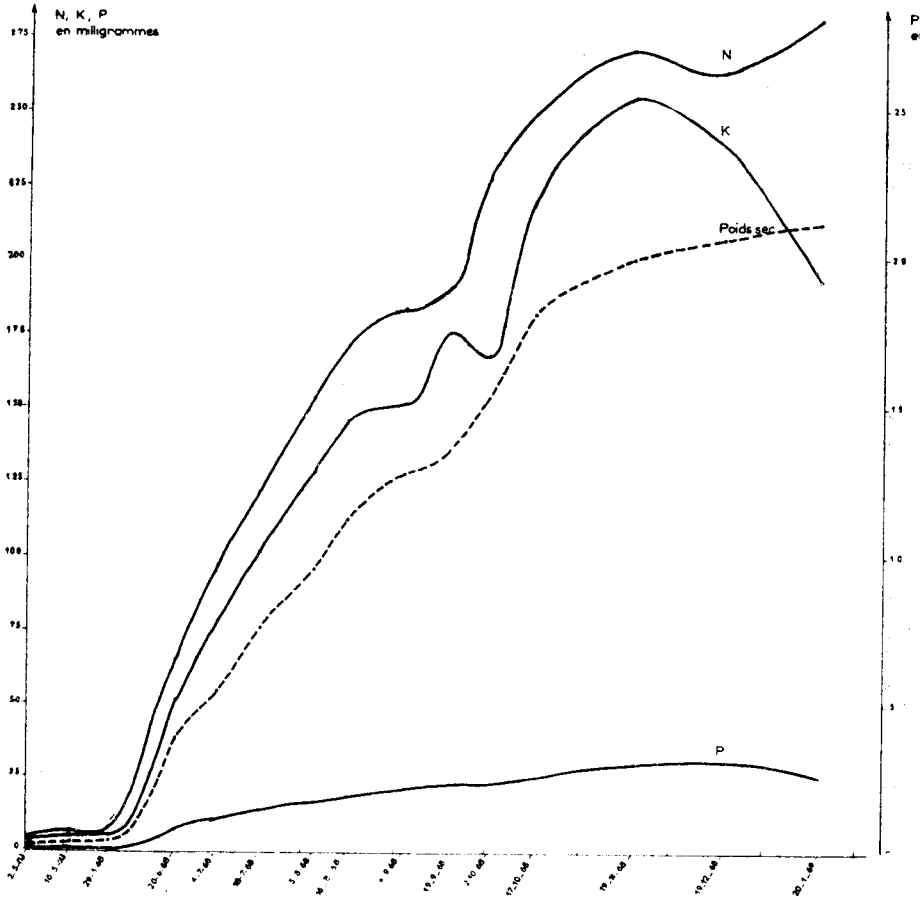


Dans les oranges Doublefine (FIG. 3) l'évolution du P, est à peu près identique à celle des oranges Washington navel, mais pour les Doublefine on constate une petite baisse du taux de phosphore dans le dernier prélèvement.

c. *Evolution des éléments minéraux Ca et Mg d'une orange au cours de sa croissance*

Nous avons représenté les courbes de l'évolution du potassium et de la matière sèche, avec celles du calcium et du magnésium sur la même figure, pour pouvoir comparer l'importance de chacun de ces éléments dans le fruit.

La figure 4 fait ressortir très nettement que le potassium domine, largement le calcium, alors que celui-ci domine à son tour le magnésium dans le fruit.

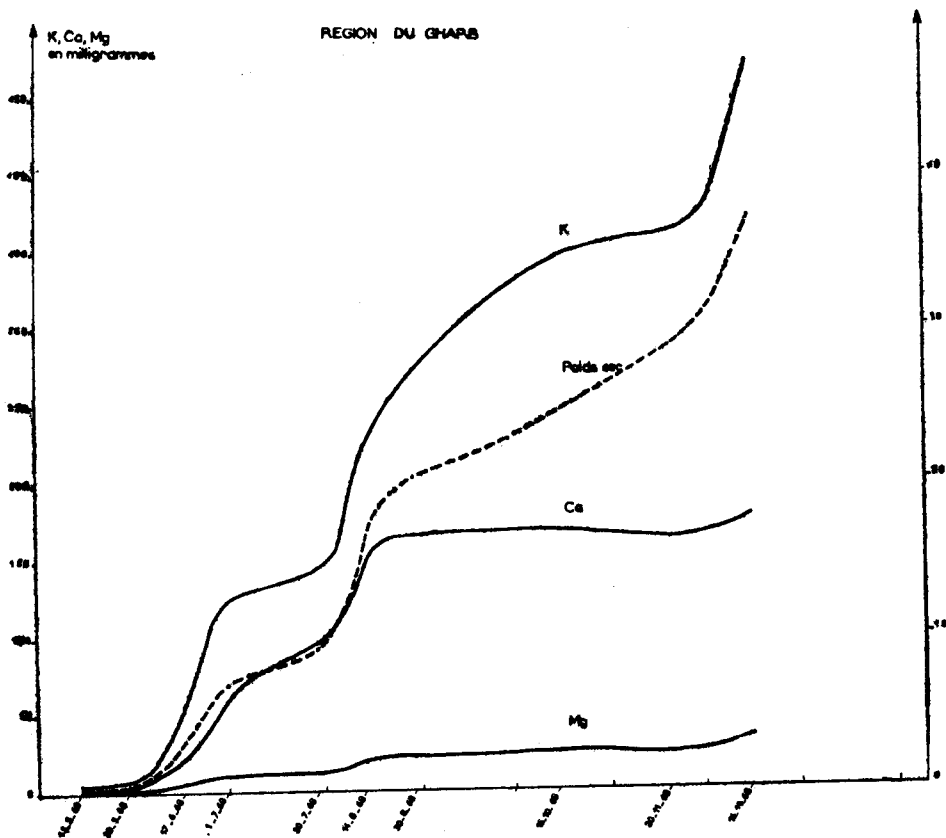


## 1. Calcium

La courbe de l'évolution du calcium est identique au départ, à celles du potassium et de l'azote (FIG. 2 et 4), jusqu'à mi-août, après cette date, il y a un palier (FIG. 4).

## 2. Magnésium

Au début, les taux de magnésium sont très faibles dans les fruits, ils augmentent très peu au cours de leur croissance (FIG. 4). Malgré les taux faibles de magnésium, comme pour le phosphore le rapport de concentration entre fin mai et 17 juin est à peu près identique à celui d'azote.



d. *Evolution des cendres carbonatées, du poids sec, du poids frais et de l'eau libre d'une orange au cours de sa croissance.*

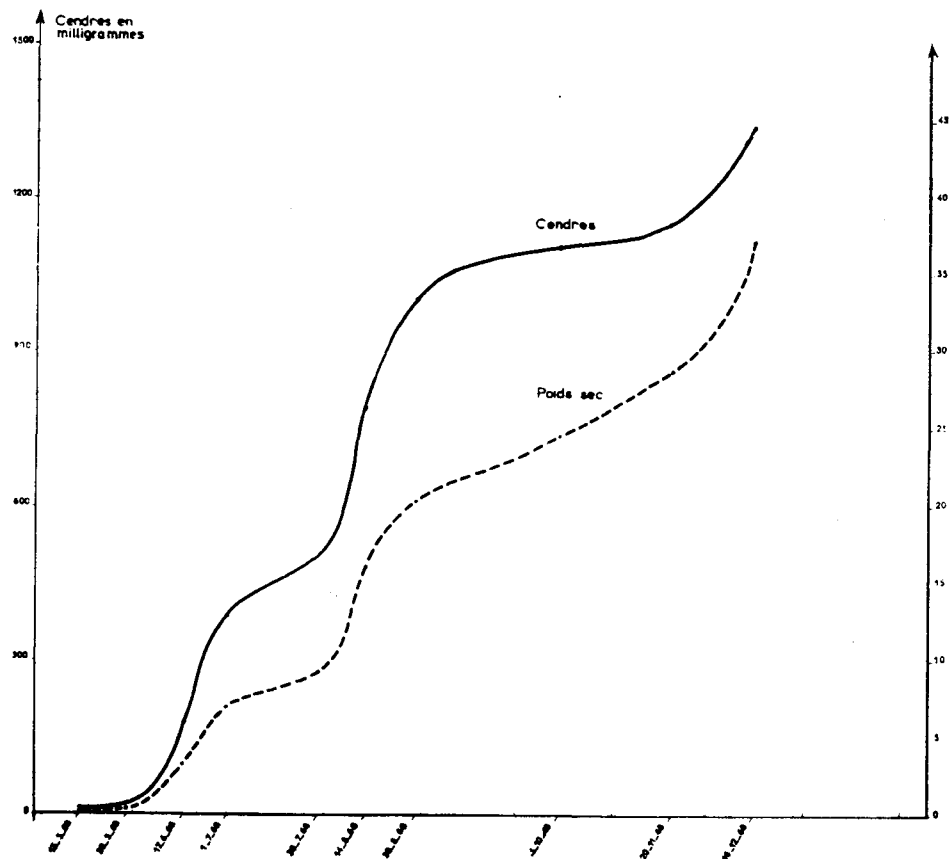
#### 1. Poids sec, cendres carbonatées

La figure 5 montre que l'évolution des cendres carbonatées et de la matière sèche est à peu près identique.

Dans les fruits, les variations des cendres carbonatées sont semblables à celles du potassium (FIG. 4 et 5), tandis que dans les feuilles, l'évolution des cendres carbonatées suit celle du calcium.

#### 2. Evolution du poids frais et de l'eau libre d'une orange au cours de sa croissance

L'évolution du poids frais et du poids d'eau libre est semblable,

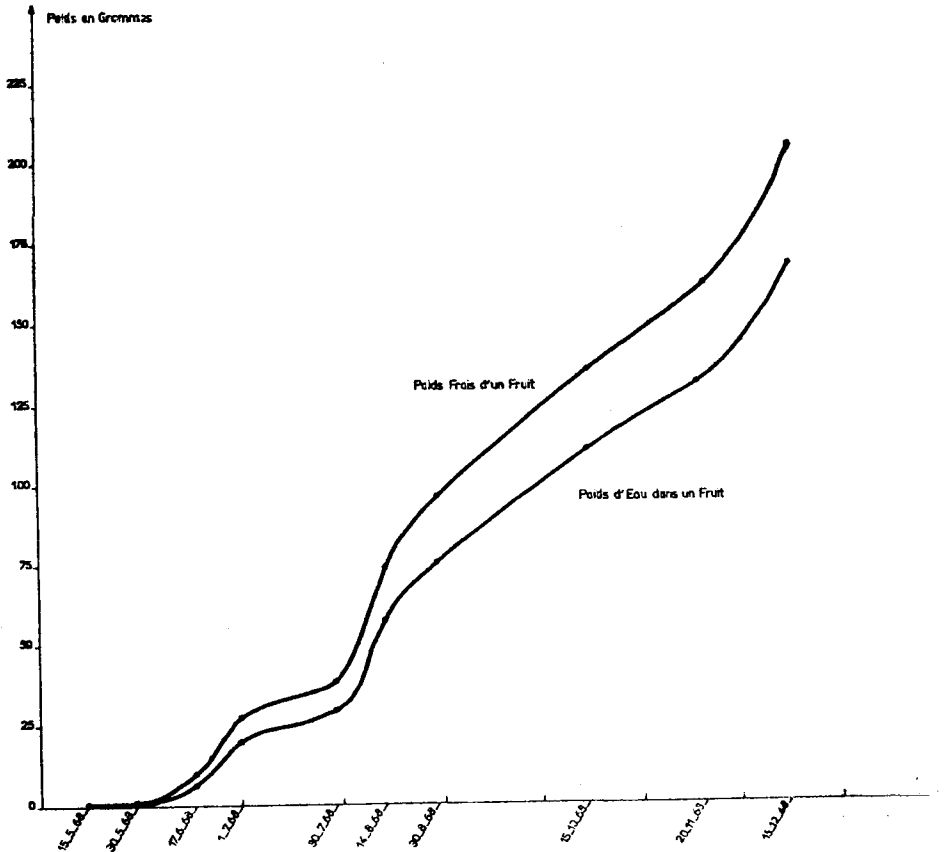


à celle du poids sec, des cendres carbonatées, de l'azote et du potassium (FIG. 6).

## 5. Discussion et conclusion

L'évolution des éléments minéraux par rapport à la matière sèche dans les oranges au cours de leur croissance, montre que les taux des éléments minéraux baissent au début pour se maintenir ensuite à peu près constants au cours de la croissance ; ce phénomène à quelque chose près est identique à l'évolution des éléments minéraux dans les feuilles en fonction de leur âge (2).

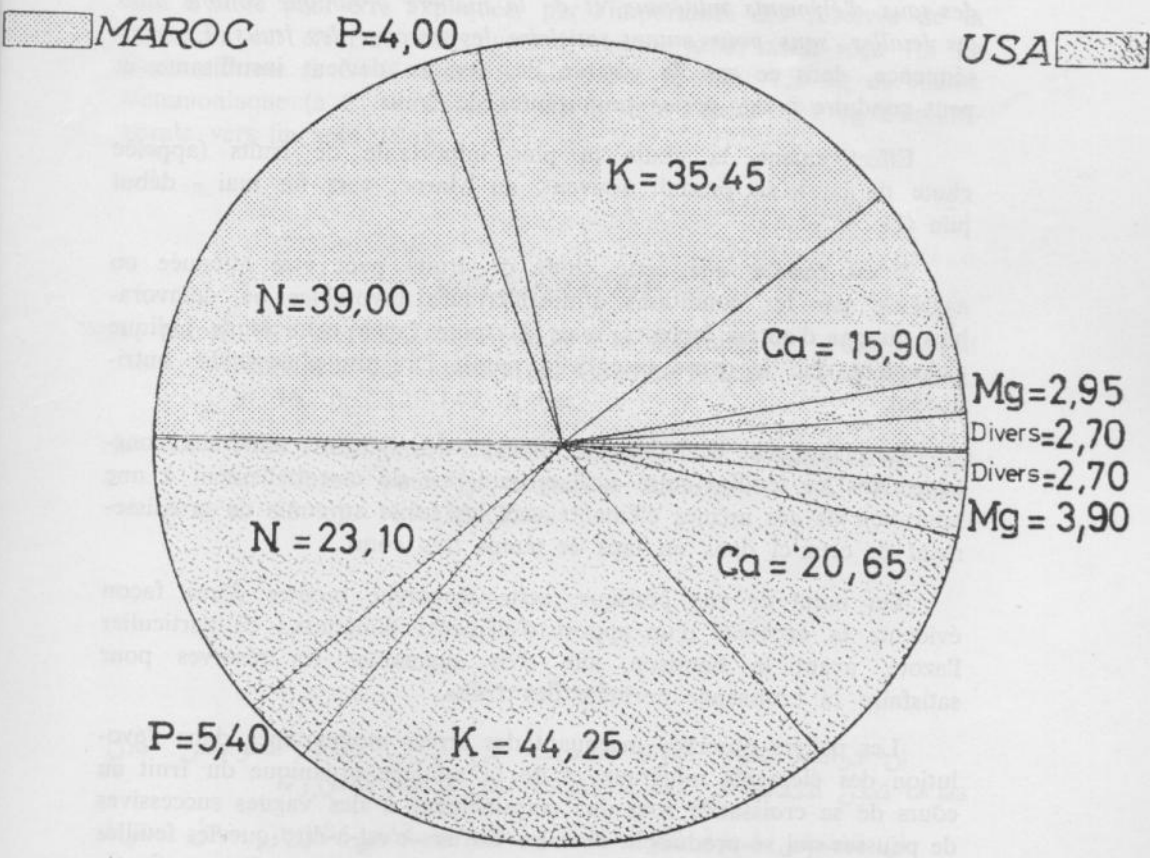
Dès qu'on étudie, l'évolution d'éléments minéraux, de la matière sèche, de la matière fraîche, et de l'eau libre dans un fruit au cours



de sa croissance, on s'aperçoit que le phénomène est tout à fait différent, c'est-à-dire le poids frais, le poids sec, et les quantités d'éléments minéraux d'un fruits très jeune augmentent très faiblement jusqu'à fin mai - début juin. Après cette date on assiste à une hausse considérable de la masse du fruit, et de sa teneur en éléments minéraux.

En conséquence l'augmentation brutale, dans un laps de temps très court, des éléments minéraux et de la matière organique des fruits, provoque incontestablement une baisse plus ou moins importante des taux de ces mêmes matières dans les feuilles, suivant que les réserves de celles-ci sont plus ou moins importantes. Pour con-

|                                  | N     | P     | K     | Ca    | Mg    | Divers |
|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| % MOYEN PAR RAPPORT AU POIDS SEC | 1,148 | 0,118 | 1,044 | 0,468 | 0,087 | -      |
| REPARTITION DES % AU MAROC       | 39,00 | 4,00  | 35,45 | 15,90 | 2,95  | 2,70   |
| REPARTITION DES % AUX USA        | 23,10 | 5,40  | 44,25 | 20,65 | 3,90  | 2,70   |





crétiser ce phénomène, nous donnons deux exemples présentant deux cas extrêmes.

*1<sup>er</sup> cas* : là où les éléments minéraux et la matière organique soluble sont largement suffisants dans les feuilles, il y a grossissement brutal des fruits et augmentation considérable de ces matières dans les fruits vers fin mai - début juin ce qui entraîne une baisse modérée des taux d'éléments minéraux et de la matière organique soluble dans les feuilles.

*2<sup>e</sup> cas* : Lorsque les éléments minéraux et la matière organique soluble, sont faibles dans les feuilles ; vers fin mai - début juin il se produit chez les fruits un grossissement brutal et une augmentation massive de ces matières, provoquant ainsi *une baisse considérable des taux d'éléments minéraux et de la matière organique soluble dans les feuilles, sans pour autant satisfaire les besoins des fruits*. En conséquence, dans ce cas, la réserve des feuilles devient insuffisante et peut conduire à des pertes importantes de fruits.

Effectivement, la chute la plus importante de fruits (appelée chute de juin), se produit souvent, au Maroc, vers fin mai - début juin (2).

Il est certain que cette chute de fruits peut être atténuée ou aggravée par les conditions atmosphériques favorables ou défavorables ou par d'autres facteurs, mais de toute façon cette étude indique clairement que la cause essentielle paraît être un phénomène nutritionnel.

Le phénomène de baisse des niveaux des éléments minéraux constatée dans les feuilles entre avril et juin, est dû essentiellement à une migration de ces mêmes éléments vers les fruits au cours de grossissement de ceux-ci dans un laps de temps très court.

Du point de vue pratique, cette recherche montre d'une façon évidente la nécessité d'un apport d'éléments minéraux ; en particulier l'azote, avant la floraison, afin d'en augmenter les réserves pour satisfaire la croissance normale des fruits.

Les paliers observés marquant des arrêts momentanés dans l'évolution des éléments minéraux et de la matière organique du fruit au cours de sa croissance sont dus certainement à des vagues successives de pousses qui se produisent chez les Citrus : c'est-à-dire que les feuilles adultes cèdent des éléments indispensables pour la croissance et le développement des nouvelles pousses ; au cours de ces périodes les

jeunes fruits seront privés momentanément des éléments indispensables pour leur croissance.

Dans les cas où les réserves de l'arbre concernant certain élément ne suffisent pas, pour satisfaire la croissance des nouvelles pousses, on assiste à une migration de ces éléments des fruits vers les organes en formation (FIG. 3).

D'ailleurs chez la variété Doublefine (FIG. 3), on remarque une baisse assez importante des taux de potassium du fruit, coïncidant avec l'apparition des nouvelles pousses et le départ de la végétation dans la zone côtière. Cette baisse du potassium au début est accompagnée par celle d'azote, mais les taux d'azote remontent de nouveau, alors que ceux de potassium, continuent à baisser. Cette élévation des taux d'azote peut être expliquée, par l'importance des réserves de la plante en cet élément. Effectivement chaque arbre avait reçu 1,5 kg d'ammonitrate (à 34 % d'azote), au début février ; 1,2 kg de sulfate d'ammoniaque (à 21 % d'azote) vers fin juin ; enfin 0,75 kg d'ammonitrate vers fin août 1968.

### BIBLIOGRAPHIE

1. NADIR, M. — 1965. Contribution à la détermination d'une fumure rationnelle des agrumes par l'analyse foliaire. — Al Awamia, n° 16, pp. 123-147, Rabat.
2. — 1967. Méthodes d'échantillonnage des feuilles d'agrumes au Maroc pour le diagnostic foliaire. — Al Awamia, n° 23, pp. 101-123, Rabat.

### ملخص

ان دراسة تطور المواد المعدنية في أوراق وثمار الحوامض خلال نموها تبين انتقالها في أعضاء النبات حين تدعيه الضرورة.

ان تخفيض نسبة المواد المعدنية الملاحظة في الاوراق خلال سقوط الثمار المسمى (سقاط يونيه)، تسند الى تجسيم عنيف وتزايد في المواد المعدنية والتنظيمية الدوابة في الثمار، في ظرف زمن تصير.

### RÉSUMÉ

L'étude de l'évolution des éléments minéraux dans les feuilles et les fruits de Citrus, au cours de leur croissance, met en évidence leur migration dans les organes de la plante quand le besoin s'en fait sentir.

La baisse du taux des éléments minéraux constatée dans les feuilles, au cours de la chute importante des fruits appelée « chute de juin » est attribuée au grossissement brutal et à l'enrichissement en éléments minéraux et organiques solubles des fruits dans un laps de temps très court.

### RESUMEN

El estudio de evolución de los elementos minerales en las hojas de los frutos de los Citrus, a lo largo de su crecimiento, pone en evidencia su migración en los órganos de la planta, cuando la necesidad da hace sentir.

La baja tasa de elementos minerales constatada en las hojas a lo largo de la caída fisiológica de los frutos, llamada « Caída de junio » es atribuida al engrosamiento brutal, y al enriquecimiento en elementos minerales y orgánicos solubles de los frutos en un lapso de tiempo muy corto.

### SUMMARY

The study of the elements evolution in the citrus leaves and fruit during their growth shows their migration in the different tree organs wherever necessary.

The decrease in the quantity of mineral elements which has been observed in the leaves during the important so called « June fruit falling » is thought to be in relation to the sudden fruit swelling and their enrichment in mineral and soluble organic elements in a very short time.