

ANALYSES DES FEUILLES, DES SOLS ET DES EAUX D'IRRIGATION DANS QUELQUES ORANGERAIES MAROCAINES

M. NADIR

Introduction

Avant d'entreprendre l'analyse foliaire, à une grande échelle, dans les vergers marocains, nous avons fait des prélèvements de feuilles âgées de 5 à 7 mois se trouvant sur des rameaux fruitiers, dans différentes régions agrumicoles du Maroc, dans le but d'avoir une idée générale sur ce problème ; nous nous sommes référé aux normes de CHAPMAN (1).

Le tableau I présente les normes de CHAPMAN pour certains éléments majeurs dans les feuilles âgées de 4 à 10 mois se trouvant sur des rameaux fruitiers.

TABLEAU I

Eléments	Carence	Faible	Optimum	Fort	Excessif
N	0,60-1,90	1,90-2,10	2,20-2,70	2,80-3,50	3,60 ?
P	0,07	0,07-0,11	0,12-0,18	0,19-0,29	0,30 ?
K	0,15-0,30	0,40-0,90	1,00-1,70	1,80-1,90	2,00 ?
Ca	2,0	2,0 -2,9	3,0 -6,0	6,1 -6,9	7,0 ?
Mg	0,05-0,15	0,16-0,20	0,30-0,60	0,70-1,0	1,0 ?
Na		0,01-0,06	0,1 -0,15	0,20-0,25	0,25

1. Région de Rabat

Le verger d'agrumes se trouve à Sidi Abdallah des Ameer. Les prélèvements sont faits sur des arbres de la variété Doublefine, âgés de 10 ans ; il y a 250 arbres par hectare.

Apports de fumure minérale

1961 : en janvier 500 g d'urée ; juin-juillet 300 g d'urée ; septembre 300 g d'urée par arbre, tandis qu'au mois de décembre chaque arbre avait reçu 500 g de superphosphate et 500 g de sulfate de potasse.

1962 : mars 300 g d'urée par arbre ; vers la fin octobre 500 g d'engrais phospho-potassique par arbre sous forme (22-22).

1963 : au cours d'avril une pulvérisation des oligo-éléments Zn et Mn et de soufre ; au mois de juillet un traitement contre les cochenilles et en même temps 250 g d'N par arbre sous forme d'urée ; vers fin novembre 1 kg d'engrais phospho-potassique (21-21) par arbre.

1964 : février 600 g d'urée par arbre ; au cours d'avril une pulvérisation des oligo-éléments Zn et Mn ; au mois de mai un traitement au soufre ; au mois de juin 360 g d'urée par arbre ; au mois de juillet un traitement contre les cochenilles et enfin au mois d'août 360 g d'urée par arbre.

1965 : début janvier 1 000 g d'engrais phospho-potassique sous forme de sulfate de potasse et de phosphate bicalcique (21-21) ; fin janvier 1 200 g de sulfate d'ammoniaque ; mi-juin 600 g de sulfate d'ammoniaque par arbre ; au mois de juillet un traitement contre les cochenilles, enfin début septembre 500 g de sulfate d'ammoniaque par arbre.

Remarque : la variété Washington Navel (âgée de 15 ans) a reçu une quantité double des mêmes engrais.

Granulométrie et pH du sol

TABLEAU II

Profondeur en cm	Argiles en %	Limons en %	Sables fins %	Sables grossiers %	Calcaire total %	pH H ₂ O	pH KCl
0-20	3	3	38	54	Traces	7,4	6,1
20-40	3	4	37	54	Traces	7,2	6,1

Le verger est irrigué par cuvette, environ 6 fois par an.

Analyse de l'eau d'irrigation (chiffres exprimés en mg par l'itre).

TABLEAU III

Potassium	Calcium	Magnésium	Sodium	Sulfates	Chlorures	Extrait sec
Traces	85	8	40	8	69	87

Nous avons effectué le prélèvement des feuilles en diagonale au mois d'octobre 1964.

Les résultats d'analyses sont portés sur le tableau IV.

TABLEAU IV

**Poucentage des éléments minéraux par rapport
au poids sec des feuilles**

Mois	Cendres	N	P ₂ O ₅	P	K ₂ O	K	CaO	Ca	MgO	Mg	Na ₂ O	Na
Octobre 64	19,5	2,22	0,30	0,13	0,94	0,78	9,4	6,7	0,60	0,36	0,30	0,11

Ces résultats comparés avec les normes de CHAPMAN (TABLEAU I) mettent en évidence que le niveau du Ca est fort, tandis que les niveaux de N, P, Mg et Na sont optima ; par contre, le niveau du K est faible. Etant donné que le sol de ce verger est léger, la migration en profondeur des éléments se fait facilement.

2. Région de Meknes

Le verger se trouve à Sebaâ Aïoun. Il y a 256 arbres par hectare. La production moyenne par arbre et par an, pendant 5 ans, est de 100 kg.

Apports en fumure minérale

1961 : Chaque arbre a reçu 2 000 g d'engrais phospho-potassique (15-30) ; phosphore sous forme bicalcique, épandage en surface et irrigation par bassin ; la même année chaque arbre a reçu de l'azote sous forme d'urée : 1 000 g au mois de mars, 500 g au mois de mai et 500 g au mois de juillet.

1962 : Irrigation par aspersion et procédé non culture avec couverture verte. Fumure phospho-potassique (15-30), 2 000 g par arbre, mise un rang sur deux à une profondeur de 40 cm avec un sous-solier ; l'azote est apporté

pour chaque arbre par 1 000 g d'urée en février, 500 g d'urée en mai et par 1 000 g de sulfate d'ammoniaque en juillet.

- 1963 : Irrigation toujours par aspersion. Fumure phospho-potassique (15-30), 1 500 g à une profondeur de 40 cm et 500 g en surface. L'azote est apporté sous forme d'urée en trois fois : au mois de mars 1 500 g, au mois de mai 500 g et enfin au mois de juillet 800 g par arbre.
- 1964 : Pas d'engrais phospho-potassique. L'azote est apporté sous forme d'urée en trois fois : février 1 500 g, début juin 800 g et enfin juin 400 g par arbre.
- 1965 : Pas d'engrais phospho-potassique. L'azote est apporté sous forme de sulfate d'ammoniaque en deux fois : mi-février 2 400 g ; début mai 2000 g par arbre.

Granulométrie et pH du sol

TABLEAU V

Profondeur deur cm	Argiles en %	Limons en %	Sables fins %	Sables grossiers %	Calcaire total %	pH H ₂ O	pH KCl
0-20	23	8	61	6	traces	7,6	6,4
20-40	28	4	61	4	traces	7,4	6,4

Analyse de l'eau d'irrigation

L'irrigation est faite par aspersion. Les résultats d'analyse sont exprimés en mg par litre.

TABLEAU VI

Potassium	Calcium	Magnésium	Sodium	Sulfates	Chlorures	Extrait sec
traces	75	21	20	7	37	137

Le prélèvement des feuilles a été fait en diagonale au mois d'octobre 1964, dans un carré d'orangers Washington Navel (âgés de 30 ans). Les résultats d'analyse figurent au tableau VII.

TABLEAU VII

Cendres	N	P ₂ O ₅	P	K ₂ O	K	CaO	Ca	MgO	Mg	Na ₂ O	Na
18,4	2,45	0,23	0,10	0,57	0,47	9,1	6,5	0,50	0,30	0,11	0,04

Ici on voit que le niveau du Ca est fort, tandis que le niveau de N est optimum ; cela est dû à un apport massif d'azote au cours de l'année 1964 ; mais les niveaux de P, K et Na sont faibles.

3. Région de Marrakech

Le verger du Tensift se trouve à Souihla près de Marrakech ; les arbres sont de la variété orange Washington Navel, âgés de 25 ans. La production moyenne par an et par arbre pendant 5 ans est de 170 kg. Parmi les 5 vergers étudiés, c'est Tensift qui a donné le rendement le plus élevé pendant 5 ans.

Apports de fumure

- 1959 : Superphosphate de Ca : 1,5 tonne par hectare. Azote sous forme de sulfate d'ammoniaque, 1 500 g par arbre, en deux fois.
- 1960 : pas de phosphate. Azote sous forme de sulfate d'ammoniaque, 1 500 g par arbre, en deux fois : au mois d'août 3 kg de nitrate de potasse par arbre.
- 1961 : azote 1 500 g : en février, 3/4 sous forme de 12-12-16, en mai 1/4 sous forme de sulfate d'ammoniaque ; et enfin 4 kg d'hyperphosphate Reno (34 %) par arbre.
- 1962 : 1 500 g d'azote par arbre : 1/2 en février sous forme de 12-12-16 ; 1/4 en avril et 1/4 en juillet sous forme de sulfate d'ammoniaque ; et enfin 2 kg par arbre d'hyperphosphate Reno. En avril, un traitement avec Zinc Versenol.
- 1963 : comme l'année 1962.
- 1964 : en février, 900 g d'azote sous forme de nitrate de potasse. Un traitement avec Zinc Versenol en avril.
- 1965 : pas de renseignements.

Granulométrie et pH du sol

TABLEAU VIII

Profondeur cm	Argiles en %	Limons en %	Sables fins %	Sables gros %	Calcaire total %	pH H ₂ O	pH KCl
0-10	9	34	41	10	3	7,5	—
10-50	5	21	42	25	4	7,5	—

Analyse de l'eau d'irrigation

Les chiffres du tableau IX sont exprimés en mg par litre.

TABLEAU IX

Potassium	Calcium	Magnésium	Sodium	Sulfates	Chlorures	Extrait sec
traces	94	29	91	140	172	—

Le prélèvement des feuilles a été fait au mois d'octobre 1964 ; les résultats des analyses figurent au tableau X.

TABLEAU X

**Pourcentage des éléments minéraux par rapport
au poids sec des feuilles**

Cendres	N	P ₂ O ₅	P	K ₂ O	K	CaO	Ca	MgO	Mg	Na ₂ O	Na
16,7	2,48	0,27	0,12	0,62	0,51	8,0	5,7	0,68	0,41	0,11	0,04

C'est le premier verger qui n'accuse pas une quantité forte de Ca, et où les niveaux de N, P et Mg sont optima.

4. Région de Sidi Allal Tazi

Verger de Bouderbala. Arbres de la variété Washington Navel âgés de 17 ans. La production moyenne par an et par arbre pendant 5 années est de 166 kg.

Apports de fumure minérale

1959 : 600 g d'azote par arbre en deux fois : mars et mai.

1960 : 660 g d'azote par arbre, en deux fois : mars et avril. En plus, 300 kg de fumier de douar, en mai.

1961 : 600 g d'azote en mars et 300 g de sulfate de potasse par arbre.

1962 : 1 kg d'azote sous forme d'ammonitrate au mois de mars ; 2 kg de superphosphate de Ca par arbre (sous-solage sur 4 faces) ; et enfin 300 kg de fumier de douar.

1963 : 1 kg par arbre d'azote de sulfate d'ammoniaque au mois de mars ; 2 kg de superphosphate de Ca par arbre (sous-solage sur 4 faces).

Granulométrie et pH du sol

La composition moyenne d'un tirs de Sidi Slimane sur Rharbien (2) est la suivante :

Argiles : 48 %	Sables fins : 12 %	Calcaire total : 18 %
limons : 19 %	Sables grossiers : 1 %	pH : 8,2

Analyse de l'eau d'irrigation

Le verger est irrigué par de l'eau de l'oued Sebou (TABLEAU XI).

TABLEAU XI

Potassium	Calcium	Magnésium	Sodium	Sulfates	Chlorures	Extrait sec
6	60	36	165	58	256	—

Les résultats des analyses des feuilles prélevées au mois d'octobre 1964 sont inscrits au tableau XII.

TABLEAU XII

**Pourcentage des éléments minéraux par rapport
au poids sec des feuilles**

Cendres	N	P ₂ O ₅	F	K ₂ O	K	CaO	Ca	MgO	Mg	Na ₂ O	Na
18,5	2,12	0,20	0,09	0,55	0,45	9,3	6,6	0,61	0,36	0,16	0,06

Le tableau XII montre que, mis à part le Ca, qui a un niveau fort, et le Mg, qui est optimum, les autres éléments ont des niveaux faibles.

5. Région de Beni Mellal

Domaine de S.M.E.A. à Oulad M'Barek. Nous avons fait des prélèvements sur des arbres de la variété Washington Navel âgés de 12 ans. Dans le carré où nous avons fait le prélèvement, il y a 312 arbres par hectare. La production moyenne par an et par arbre, pendant 5 ans, est de 100 kg.

Apports de fumure minérale

L'épandage de la fumure se fait avant ou après l'aspersion.

On fournit chaque année 100 g d'azote pur par arbre et par année d'âge ; l'épandage d'azote se fait en deux fois : en février sous forme de nitrate de calcium et en juin sous forme de sulfate d'ammoniaque Des engrais phospho-potassiques sont épandus en surface : 200 g de P_2O_5 par arbre sous forme de superphosphate et 240 g de K_2O par arbre sous forme de sulfate de potasse.

1965 : pas d'engrais phospho-potassique ; sur nos conseils le gérant a remplacé le nitrate de calcium par le nitrate d'ammoniaque.

Granulométrie et pH du sol

TABLEAU XIII

Profondeur cm	Argiles en %	Limons en %	Sables fins %	Sables grossiers %	Calcaire total %	pH H ₂ O	pH KCl
0-10	36	33	21	6	—	—	—
10-50	45	30	16	7	—	—	—

Le taux de calcaire est en moyenne de 8 % entre 0-10 cm et de 27 % entre 10-50 cm.

Analyse de l'eau d'irrigation

Nous signalons que le verger est irrigué, d'une part, avec de l'eau du barrage de Bin el Ouidane et, d'autre part, avec de l'eau des puits du domaine de S.M.E.A.

TABLEAU XIV

	Potas- sium	Calcium	Magné- sium	Sodium	Sulfates	Chlo- rures	Extrait sec
eau du bar- rage	traces	51	36	23	38	37	—
eau des puits	traces	98	37	20	45	72	—

Prélèvements faits en diagonale au mois d'octobre dans le carré de Washington Navel ; les résultats sont inscrits dans le tableau XV.

TABLEAU XV

Cendres	N	P ₂ O ₅	P	K ₂ O	K	CaO	Ca	MgO	Mg	Na ₂ O	Na
21,2	2,04	0,20	0,09	1,10	0,9	10,2	7,3	0,62	0,37	0,11	0,04

A part le niveau du calcium, qui est excessif, et celui du magnésium, qui est optimum, le niveau des autres éléments majeurs est faible.

Analyse chimique du sol

Les analyses chimiques des sols des vergers marocains, exception faite pour les sols légers, font ressortir qu'en surface les quantités de phosphore et de potassium assimilables sont suffisantes, tandis que ces deux éléments sont en faible proportion en profondeur.

D'une façon générale, « le complexe absorbant de la quasi-totalité des sols marocains est en majorité saturé en Ca et Mg » (3).

L'étude faite par WILBERT (2) sur les sols à agrumes du Maroc montre que la plupart des vergers marocains présentent une teneur assez élevée en calcaire.

Conclusion

Les résultats d'analyse des vergers étudiés, comparés avec les normes de CHAPMAN, font ressortir que les niveaux du phosphore, du potassium et du sodium sont faibles, alors que le niveau du calcium est fort et semble parfois anormalement élevé.

On pourrait donc penser que la teneur élevée du calcium dans les feuilles d'agrumes au Maroc est due, d'une part, au fait que les sols de beaucoup des vergers marocains présentent naturellement une teneur assez élevée en calcaire, d'autre part, à la teneur en calcium des eaux d'irrigation (l'analyse nous a montré que l'eau apporte en moyenne 700 kg de calcium, ce qui représente environ 1 000 kg de chaux par an et par hectare sous une forme particulièrement active). C'est un vrai chaulage par irrigation de ces vergers qui n'ont pas besoin d'être chaulés.

Cet excès de calcium peut gêner la mobilisation et la pénétration de certains éléments minéraux indispensables pour les agrumes (4).

ملخص

تحليل اوراق و اراضى ومياه السقى لبعض اشجار البرتقال المغربى

توضح نتائج تحليلات الاوراق والاراضى ومياه السقى المحصل عليها بالمغرب تأثير عامل الكالسيوم على الاوراق بالنسبة لباقي العناصر الاخرى.

RÉSUMÉ

Les résultats des analyses des feuilles, des sols et des eaux d'irrigation obtenus au Maroc, mettent en évidence un excès de calcium dans les feuilles par rapport aux autres éléments.

RESUMEN

Análisis de hojas, suelos y agua de riego en algunos verjeles de agrios marroquíes

Los resultados del análisis de hojas, suelos y agua de riego obtenidos en Marruecos hacen resaltar un exceso de cal en las hojas por respecto a los otros elementos nutritivos.

SUMMARY

Leaf, soil and irrigation water analysis
in Moroccan citrus orchards

The results of the analysis of leaves, soils and irrigation waters obtained in Morocco reveal an excess of calcium in the leaves as compared to the other nutrients.

BIBLIOGRAPHIE

1. CHAPMAN, H.D. — 1960. Leaf and soil analysis in citrus orchards. — Univ. Calif. Div. Agr. Sci. Manuel, **25**, 53 p.
2. WILBERT, J. — 1964. Les sols à agrumes du Maroc. — Les Cahiers de la Recherche Agronomique, **18**, pp. 27-46, Rabat.
3. HESS, C., G. MISSANTE et U. SCHOEN — 1964. Etude minéralogique des argiles de quelques roches-mères et sols des Beni Moussa (Tadla). — Al Awamia, **10**, pp. 115-139, Rabat.
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.