

Influence du potassium sur la résistance du palmier à huile à la fusariose ⁽¹⁾

M. OLLAGNIER (2) et J.-L. RENARD (3)

Résumé. — L'application de doses croissantes de chlorure de potassium réduit fortement la progression de la maladie du dépérissement due à *Fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis* sur palmier à huile en Côte-d'Ivoire. L'effet très important sur un croisement sensible est encore très net sur un croisement résistant. Le niveau optimum de nutrition potassique de la feuille vis-à-vis de la fusariose est sensiblement le même que le niveau optimum vis-à-vis de la production.

Mots clés : Palmier à huile, Côte-d'Ivoire, *Fusarium oxysporum*, Résistance aux champignons, Potassium, Fumure minérale, Diagnostic foliaire.

I. — INTRODUCTION

En 1957, Prendergast [11] rapporte qu'une fumure potassique appliquée à raison de 1 à 2 kg de sulfate de potassium par arbre diminue les dégâts occasionnés par la fusariose sur la plantation de palmiers à huile de Cowan Estate (Nigeria). En pépinière et en pépinière, le même auteur [Prendergast, 12] montre que l'azote réduit l'incidence de la maladie sur des jeunes plants après inoculation mais que dans les mêmes conditions le potassium ne joue aucun rôle.

Nous avons obtenu des résultats identiques en pépinière après inoculation des plants avec le *Fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis* et apports de solutions nutritives contenant des quantités variables de potassium. Par contre, une expérience de fumure minérale réalisée en Côte-d'Ivoire (DA. CP 13, sur sol de savane à Dabou, dans une zone fortement infectée par la fusariose) montre que le potassium joue un rôle dans la prédisposition du palmier à huile à la maladie. Des résultats du même ordre avaient été obtenus antérieurement en République populaire du Bénin (ex-Dahomey).

II. — DESCRIPTION DE L'EXPÉRIENCE

Une expérience factorielle du type $4 \times 2 \times 2 \times 2$ avec confounding a été mise en place en 1964 à Dabou, palmiers plantés la même année sur sol de savane. Le potassium est étudié à quatre niveaux, les autres éléments Mg, B, et Mn, l'étant à deux niveaux. La parcelle expérimentale élémentaire comporte 4 lignes de 13 arbres ; seules les 2 lignes centrales sont utiles mais les 4 lignes reçoivent la fumure prévue au protocole. Les apports de KCl, qui seuls nous intéressent ici, sont indiqués dans le tableau I.

TABLEAU I. — Apports de KCl au cours du temps (quantités de KCl à 60 p. 100 en kg/arbre/an) (*Schedule of KCl applications - kg KCl/tree/annum*)

Dates	K0	K1	K2	K3
1964 (Plantation, <i>Planting</i>) ...	0,100	0,250	0,500	0,500
1965	0,200	0,500	0,750	1,000
1966	0,300	0,750	1,250	1,500
1967	0,400	1,000	1,500	2,000
1968	0,500	1,250	1,500	2,500
1969	0,500	1,250	1,500	3,000
1970 à (to) 1972	0,500	1,250	1,500	3,000
A partir de (from) 1973	0,750	4,500	1,500	3,000

(1) Communication présentée au 12^e Colloque I. I. P. du 10 au 15 mai 1976 à Izmir (Turquie).

(2) Directeur des Recherches de l'I. R. H. O. à Paris.

(3) Directeur du département « Phytopathologie » de l'I. R. H. O., Station de Dabou (Côte-d'Ivoire).

Les productions maxima n'étant pas obtenues avec K3, l'objet K1 dont la production est identique à K2, reçoit à partir de 1973, 4,500 kg de KCl par arbre.

L'expérience comporte 2 lignées également représentées dans chaque parcelle :

- Da 835 = D3 D × P2054 P, lignée sensible
- Da 810 = L15 TT × D10 D, lignée résistante.

III. — RÉSULTATS

1. — Evolution générale de la fusariose.

Les premiers cas de palmiers fusariés sont apparus dans le courant de l'année 1968. Deux p. 100 des plants en moyenne étaient atteints par la maladie et onze ans après la plantation 22 p. 100 des plants sont fusariés (Fig. 1). Il existe une très grande différence entre la lignée sensible et la lignée résistante. L'évolution de la maladie sur la lignée sensible est très rapide, 37, 9 p. 100 de plants sont fusariés à onze ans alors que 7,8 p. 100 seulement le sont au même âge sur la lignée résistante.

2. — Influence du potassium sur l'évolution de la fusariose.

L'influence des applications de chlorure de potassium sur le nombre de cas de plants malades se fait sentir à partir de 1971. En 1968 et en 1969, les pourcentages de plants malades sont sensiblement les mêmes dans tous les objets. A partir de 1971, l'évolution de la maladie est plus rapide dans l'objet K0 que dans les autres objets, des différences se dessinent entre les traitements K1, K2 et K3 puis s'accroissent en 1973, 1974 et 1975. Le traitement K1 représente grosso modo l'évolution moyenne de la maladie dans l'essai. Une forte fumure potassique n'empêche pas l'apparition de la maladie mais ralentit sa progression ; la contamination est plus lente d'un arbre à l'autre ; tout se passe comme si la fumure potassique avait un effet préventif sur la fusariose, le nombre de foyers initiaux étant indépendant des fumures appliquées (Fig. 1).

Si l'effet du potassium est très marqué sur le croisement sensible, il l'est également sur le croisement résistant.

Ces résultats présentent un caractère significatif net : la variance de l'effet linéaire $K3 + K2 - K1 - K0$ / variance de l'erreur, passe de 0,52 (non significatif) en 1971 à 6,21 (*) en 1973, 6,98 (*) en 1974 et 10,3 (*) en 1975.

(*) Significatif à 5 p. 100.

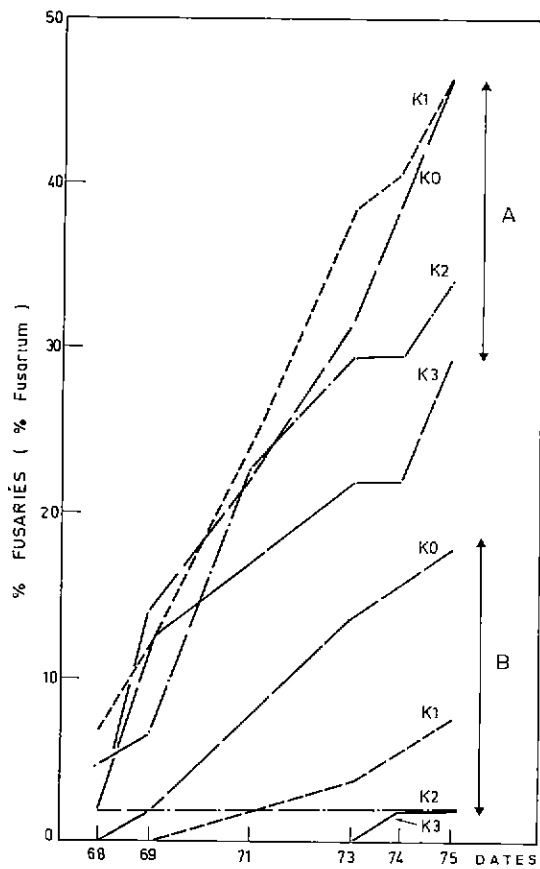


FIG. 1. — Evolution de la fusariose en fonction des doses de potassium sur un croisement sensible et un croisement résistant. (Development of Fusarium attack at various K levels on susceptible and resistant crosses.)

A — Croisement sensible (susceptible cross), DA 835.
B — Croisement résistant (resistant cross), LM 810.

Cette action très nette du potassium sur la fusariose, croissant en fonction des doses appliquées, confirme des résultats obtenus par l'I. R. H. O. en République populaire du Bénin. Avec une expérience commencée en 1948, sur une plantation comportant du matériel tout venant planté en 1929-30, sur 4 combinaisons qui permettent d'étudier l'effet du potassium, d'une fertilisation NP et leur interaction, on a obtenu également une très forte action favorable du potassium (Tabl. II).

TABLEAU II. — République populaire du Bénin (station de Pobé) (People's Republic of Benin-Pobé Station)

	N—P	(—)
K	12,5 p. 100	6,2 p. 100
	77,0	66,0
	0,801	0,869
(—)	50,0	28,1
	60,0	45,0
	0,501	0,389

Chiffres supérieurs : Influence du potassium sur le pourcentage d'arbres atteints de fusariose (1964) (Upper figures : Effect of potassium on percentage trees affected by Fusarium-1964).

Chiffres médians : Production moyenne kg régimes/arbre (1959-1964) (Middle figures : Mean yield-kg bunches/tree-1959-1964).

Chiffres inférieurs : Teneurs en potassium de la feuille (1964) (Lower figures : Leaf K contents-1964).

3. — Relation entre fusariose et diagnostic foliaire.

S'il existe une relation nette entre l'évolution de la fusariose et les apports de potassium, une relation du même ordre existe entre les dégâts occasionnés par la maladie et les teneurs en potassium dans les feuilles (Fig. 2). En 1968 et en 1969, il n'y a pas de relation

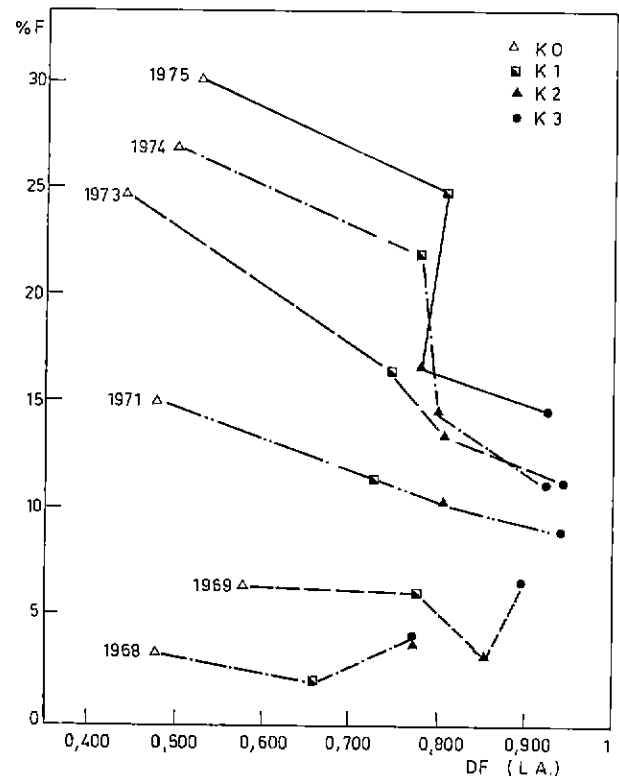


FIG. 2. — Evolution de la fusariose en fonction des teneurs en K des feuilles. (Effect of leaf K on Fusarium attack.)

entre la présence des palmiers fusariés et les teneurs en K des feuilles. A partir de 1971, et principalement à partir de 1973, des différences significatives existent entre les teneurs en K des feuilles et le pourcentage de palmiers malades. Une diminution importante des cas de maladie existe à partir d'une teneur en potassium de la feuille de 0,8. Au-dessus de cette valeur, la progression de la maladie est lente. L'effet du potassium n'apparaît que neuf ans après les premières fumures.

4. — Incidence sur la production.

Dans chaque parcelle, la production des arbres légitimes (par arbres légitimes on entend les arbres correspondant au croisement planté, excluant les remplacements effectués l'année suivante avec des arbres d'autres lignées) est décomposée en deux parties ; l'une revient à la production des palmiers malades (fusariose chronique), l'autre à la production des arbres sains (arbres producteurs *sensu stricto*). La production des arbres producteurs permet d'évaluer le potentiel de production par hectare et de connaître ainsi, par différence avec la production totale rapportée à l'hectare, les pertes de potentiel de production dues à l'effet combiné de la fumure et de la maladie.

Le tableau III et la figure 3 résument ces données. Les pertes de potentiel de production sont liées à l'alimentation en potassium (Fig. 3) mais sont également en relation avec le pourcentage de plants fusa-

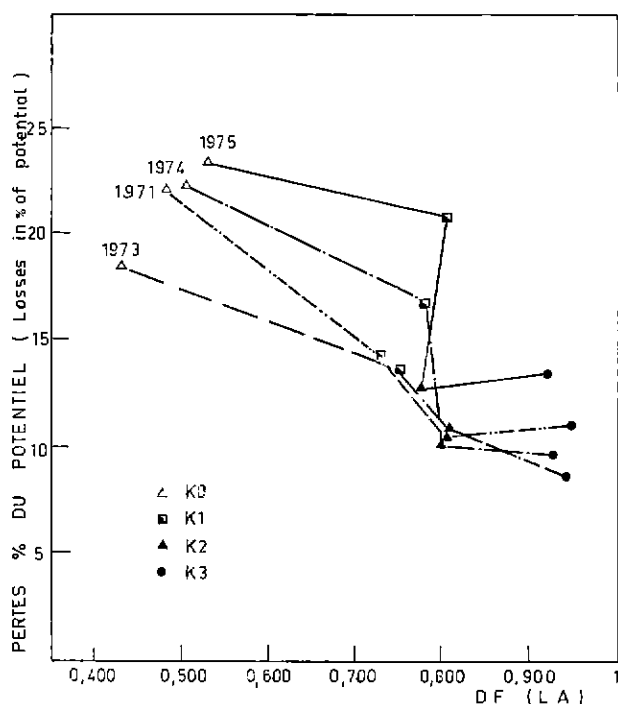


FIG. 3. — Evaluation des pertes sur le potentiel de production en fonction de l'alimentation en K.
(Yield loss related K nutrition.)

riés (Fig. 4). Pour les données des campagnes 1972-73, 1973-74 et 1974-75, il existe une excellente corrélation entre le pourcentage de plants fusariés et les pertes de production ($r = 0,982$). La droite de régression (pourcentage de pertes en fonction des pourcentages de plants fusariés) a pour équation $y = 0,786 x - 0,18$ (Fig. 4). Pour des pourcentages de plants malades voisins, la perte de potentiel est plus importante à sept ans (campagne 1971-72) que sur des plantations plus âgées.

Le potentiel de production qui ne dépend que de la fumure potassique n'est réellement affecté que lorsque la fumure est minimum. La diminution constatée sur la production des arbres légitimes comprenant la production des arbres malades (symptômes chroniques) provient donc principalement de l'effet de la fusariose, effet très nettement accentué dans l'objet K0. Il en résulte donc que l'effet direct d'une fumure potassique moyenne sur le rendement peut être masqué par les pertes occasionnées par la fusariose.

Une fumure potassique régulière, maintenant une teneur en potassium supérieure à 0,9 est bénéfique au bon état sanitaire d'une plantation ; dix ans environ après la plantation, les pertes du potentiel de production sont moitié moindres dans les objets recevant une forte dose de KCl que dans ceux qui ne reçoivent qu'une faible dose. L'effet direct du potassium sur la production est par ailleurs très important. Il résulte essentiellement de l'augmentation du poids moyen des régimes et de la production d'un nombre accru de régimes. Pour les deux dernières campagnes, le rendement potentiel des arbres producteurs de l'objet recevant la fumure K3 est de l'ordre de 18 t de régimes/ha (Tabl. III) alors que celui de l'objet recevant la plus faible fumure n'est que de 13,5 t/ha.

5. — Influence du précédent cultural.

Dans un essai étudiant le comportement (DA. ES 83) de 10 lignées, l'influence du précédent cultural a pu

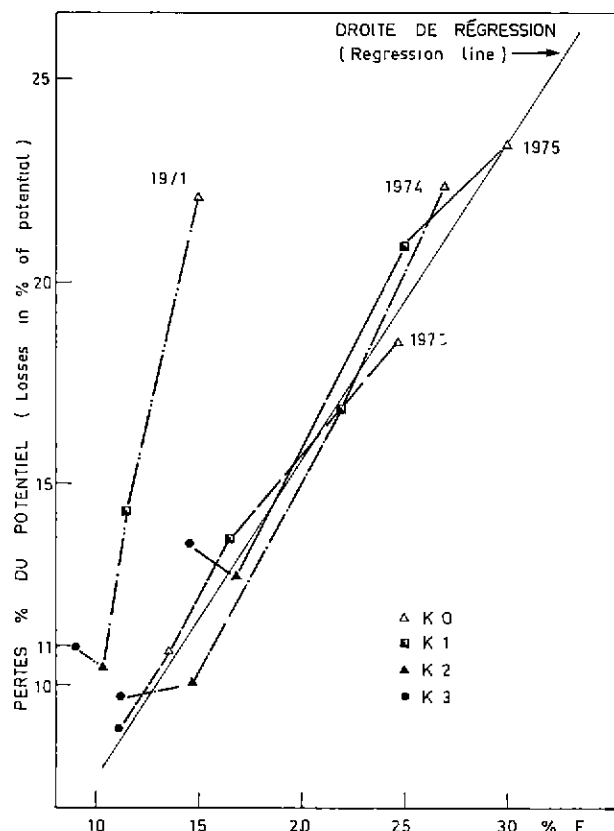


FIG. 4. — Relation entre les pertes du potentiel de production et le pourcentage de palmiers fusariés.
(Effect of percentage Fusarium attack on loss in potential yield.)

être mise en évidence :

- précédent cultural savane (extension) = 12,3 p. 100 d'arbres fusariés ;
- précédent cultural palmiers à huile (replantation) = 6,5 p. 100 d'arbres fusariés.

Pour les lignées les plus atteintes, il y a, dans certains cas, plus de deux fois moins de cas d'arbres fusariés en replantation qu'en extension (Tabl. IV). Alors que le sol d'une ancienne palmeraie renferme une quantité importante de *F. oxysporum* [Renard, 13] on aurait pu s'attendre à des dégâts plus importants en replantation qu'en extension. Parmi les éléments directement utilisables pour tenter d'interpréter ces résultats, le diagnostic foliaire semble apporter une réponse. On constate, en effet, que les niveaux en potassium dans les feuilles sont toujours plus élevés en replantation (D. F. 1,2) qu'en extension (0,9). Compte tenu des résultats obtenus dans l'expérience DA. CP 13, il semble raisonnable de penser que le potassium est une des causes du meilleur comportement des palmiers vis-à-vis de la fusariose en replantation qu'en extension.

6. — Autres formes de fusariose.

La fusariose dont il vient d'être traité montre un flétrissement des plants aboutissant à leur mort à plus ou moins brève échéance, sous l'action de *Fusarium oxysporum* pénétrant par les racines et remontant plus ou moins haut dans le stipe.

La pathogénéicité du champignon a été abondamment démontrée puisqu'on utilise une méthode d'inoculation en pépinière pour détecter la résistance des croisements [Renard *et al.*, 14].

TABLEAU III. — Evaluation des rendements/ha des différents traitements (kg de régimes/ha) (Yield per hectare under various treatments—kg bunches/ha)

Campagnes (Seasons) :	1971-1972				1972-1973				1973-1974				1974-1975			
	Rdt/ha arbres légitimes (Yield original trees)	Rdt/ha potentiel (Potential yield)	Perte /ha (Loss) in yield)	Pertes % Produc. (% Loss in yield)	Rdt/ha arbres légitimes (Yield original trees)	Rdt/ha potentiel (Potential yield)	Perte /ha (Loss) in yield)	Pertes % Produc. (% Loss in yield)	Rdt/ha arbres légitimes (Yield original trees)	Rdt/ha potentiel (Potential yield)	Perte /ha (Loss) in yield)	Pertes % Produc. (% Loss in yield)	Rdt/ha arbres légitimes (Yield original trees)	Rdt/ha potentiel (Potential yield)	Perte /ha (Loss) in yield)	Pertes % Produc. (% Loss in yield)
K0	11 898	15 272	3 374	22,1	7 477	9 173	1 696	18,5	10 403	13 385	2 982	22,3	10 610	13 859	3 249	23,4
K1	15 910	18 567	2 657	14,3	10 648	12 331	1 683	13,6	15 848	19 068	3 220	16,9	14 005	17 704	3 699	20,9
K2	14 908	16 662	1 754	10,5	11 513	12 905	1 392	10,8	15 118	16 820	1 702	10,1	14 329	16 410	2 081	12,7
K3	16 893	18 990	2 097	11,0	13 683	15 026	1 343	8,9	16 531	18 315	1 784	9,7	15 600	18 029	2 429	13,5
	Teneur en K (K Content)	% F (% Fusarium)			Teneur en K (K Content)	% F (% Fusarium)			Teneur en K (K Content)	% F (% Fusarium)			Teneur en K (K Content)	% F (% Fusarium)		
K0	0,481	15,1			0,433	24,7			0,503	26,9			0,533	30,1		
K1	0,730	11,5			0,748	16,5			0,783	21,9			0,810	25,0		
K2	0,812	10,5			0,811	13,7			0,798	14,7			0,784	16,8		
K3	0,946	9,1			0,943	11,4			0,931	11,4			0,921	14,8		

TABLEAU IV. — DA, ES 83. Evolution de la fusariose de fin 1971 à août 1975 (Comparaison Extension et Replantation) (Development of Fusarium from end 1971 to August 1975. Comparison of extension and replanting)

Lignée (Line)	Indice (Index)	Nbre arbres observés (No. of trees recorded)	Replantation (Replanting)				Extension			
			Fusariose (Fusarium) p. 100		Fusariose (Fusarium) p. 100		Fusariose (Fusarium) p. 100		Fusariose (Fusarium) p. 100	
			Oct. 1971	Mai 1973 (May)	Juill. 1974 (July)	août 1975 (Aug.)	Oct. 1971	Mai 1973 (May)	juill. 1974 (July)	août 1975 (Aug.)
LM 1706	113	101	3,0	5,0	5,0	4,9	15,2	11,5	12,3	14,3
LM 1544	81	105	2,9	8,6	8,6	10,5	9,3	12,1	19,4	22,2
LM 1598	112	104	1,0	4,0	4,0	4,8	0,9	4,6	10,1	10,1
LM 1691	65	54	3,7	13,0	13,0	16,6	7,4	7,4	14,8	20,3
LM 1551	123	106	7,5	19,8	19,8	27,3	16,0	29,0	34,5	41,1
LM 1599	100	107	0,9	0,9	0,9	3,7	2,8	3,7	4,6	7,4
LM 1732	80	107	0	0	0	0	1,9	5,5	1,8	5,5
LM 1720	40	107	1,9	0	0	0	0	0,9	0	1,8
LM 1719	55	98	1,0	2,0	2,0	2,0	0	0	0,9	0,9
LM 1686	67	118	0,8	0	0	0	0,9	0	0	0
Fusariose (Fusarium)			2,2	3,0	5,2	6,5	5,3	7,7	10,0	12,3
1971										
1973										
1974										
1975										
D. F. (L. A.) Potassium			1,19	1,18	1,18	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89

A côté de cette maladie de dépérissement, on notera deux autres affections du palmier à huile adulte où sont associés d'autres *Fusarium* :

— La maladie dite du Boyomi [Heim, 8] dans laquelle le champignon *Fusarium bulbigenum* var. *tracheiphilum* est localisé dans le rachis des palmes dont il provoque le dessèchement, est concomitante d'une grave déficience magnésienne. Dans une expérience, étudiant au Congo l'apport de différents engrais, on a pu observer que le sulfate de magnésium réduisait considérablement l'incidence de la maladie (33 p. 100 des arbres étaient atteints s'ils ne recevaient pas de Mg, contre 7 p. 100 pour ceux qui en recevaient). Ici la pathogénéicité du *Fusarium* n'a pu être prouvée expérimentalement.

L'apport au sol de chlorure de potassium (dont le niveau dans les feuilles est par ailleurs bon) ne joue pas de rôle favorable. Son rôle serait même plutôt défavorable (23 p. 100 d'arbres malades avec potassium contre 17 sans) en raison probablement de son antagonisme vis-à-vis du magnésium qui est ici le facteur limitant.

— L'arcure défoliée (crown disease), maladie du jeune âge, due à un caractère monofactoriel récessif [de Berchoux *et al.*, 3] où *Fusarium solani* var. *minus* est associé. Ici la priorité revient indiscutablement au facteur génétique. Aucune action bénéfique d'élément nutritionnel ne semble avoir été mise en évidence à ce jour.

IV. — DISCUSSION

L'action bénéfique du potassium a été démontrée pour une gamme très étendue de maladies cryptogamiques. Elle a été mise en évidence par Akdogan [2] sur l'encre du châtaignier. Elle se retrouve aussi bien dans le cas de pourriture des tiges occasionnée par le *Fusarium moniliforme* sur le maïs [Abney *et al.*, 1] ou par *Leptosphaeria salvinii* sur le riz [Chien, 5], que dans le cas de maladies foliaires telles que le mildiou de la vigne [Hoffmann *et al.*, 9] ou la tavelure du pommier [Lefter *et al.*, 10] et également au niveau des maladies affectant les inflorescences, tel l'ergot du sorgho occasionné par *Sphacelia sorghi* [Chinnadurai, 6].

Certains auteurs signalent des effets contraires du potassium. C'est ainsi qu'une fumure potassique accroît les dégâts du piétin sur les graminées [Stetter, 16] ou favorise le développement de la maladie de l'œil brun du caféier [Fernandez *et al.*, 7]. Les carottes en cours de stockage sont d'autant plus sensibles à *Centrospora acerina* que la fumure potassique a été plus élevée pendant la végétation [Roll-Hansen, 15]. Ces exemples sont relativement peu nombreux comparés à ceux mentionnant les effets bénéfiques du potassium.

Le mécanisme d'action se situe vraisemblablement au niveau des réactions métaboliques dans la plante. Par son effet direct sur l'économie en eau, une carence en potassium entraîne une accumulation de glucides solubles ainsi qu'une forte activité des hydrolases permettant une accumulation d'acides aminés libres et d'ammoniaque, substances toutes très favorables au développement des parasites [Chaboussou, 4].

V. — CONCLUSION

Des observations faites sur l'évolution des attaques de fusariose de cet essai, réalisé sur sable tertiaire en zone de savane, plusieurs conclusions peuvent être tirées :

— aux fortes doses de potassium (K2 et K3) il y a moins d'arbres fusariés qu'aux faibles doses (K0 et K1);

— la fumure potassique est un facteur modérateur de l'évolution de la maladie de proche en proche mais les fortes fumures, mêmes apportées dès la plantation, ne réduisent pas le nombre initial de foyers. Le potassium a donc un effet à long terme qui se marque sept ans environ après la plantation ;

— le diagnostic foliaire, qui permet d'évaluer l'assimilation du potassium, montre qu'une teneur de 0,9 de potassium correspond à un « niveau critique » aussi bien vis-à-vis de la fusariose que pour la production.

Etant donné l'importance de la fusariose dans certaines régions d'Afrique, une bonne fumure potassique est sans aucun doute un complément très important à l'effort réalisé au niveau de la sélection pour améliorer la résistance du palmier à huile à la fusariose.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] ABNEY T. S., FOLEY D. C. (1971). — Influence of nutrition on stalk rot development of Zea mays. *Phytopathology*, **61**, p. 1125-1129.
- [2] AKDOGAN S. (1970). — Kestane murekkep hastaligi. (*Phytophthora cambivora* Petri) mucadelesi uzerinde arastirmalar. *Researches on the control of ink disease (P. cambivora) of chestnut. Hiki Koruma Bul.*, **10**, p. 121-130.
- [3] de BERCHOUX C., GASCON J.-P. (1963). — L'arcure défoliée du palmier à huile, *Oléagineux*, **18**, p. 713-715.
- [4] CHABOUSSOU F. (1973). — Le rôle du potassium et de l'équilibre cationique dans la résistance de la plante aux parasites et aux maladies. *Le Document technique de la S. C. P. A.*, **16**, p. 1-26.
- [5] CHIEN C. C., CHU C. L. (1970). — Studies on the effect of fertilizers to rice disease. *J. Taiwan Agric. Res.*, **19**, p. 62-71.
- [6] CHINNADURAI G. (1971). — The role of fertilizers on the incidence of sugary disease of sorghum. *Trop. Agric. Trin.*, **48**, p. 51-53.
- [7] FERNÁNDEZ-BORRERO O., LOPEZ-DUQUE S. (1971). — Fertilización de plantulas de café y su relación con la incidencia de la mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*, Berk y Cooke). *Cenicafé*, **1971**, **22**, p. 95-108.
- [8] HEIM R. (1949). — Introduction à l'étude du boyomi, *Rev. Mycol.*, **14**, suppl. col. n° 2, p. 41-49.
- [9] HOPFMANN M., SAMISH, R. M. (1969). — Free amino-acid content in fruit trees organs as indicator of the nutritional status with respect to potassium. *6 Int. Cool. Plant Anal. Fertil. Problems Contribution Volcani Institute of Agric. Res., Bet Dagan, Israel, 1970*, **1735 E**, p. 189-206.
- [10] LEFTER G., PĂSCU I. (1970). — Influența factorilor climatici tehnici asupra sensibilității la rapan a sorului golden delicious. *Protectia cultur, hortil viticole*, **6**, p. 95-100.
- [11] PRENDERGAST A. G. (1957). — Observations on the epidemiology of vascular wilt disease of the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). *J. W. Afric. Inst. Oil Palm Res.*, **2**, p. 147-175.
- [12] PRENDERGAST A. G. (1963). — A method of testing oil palm progenies at the nursery stage for resistance to vascular wilt disease caused by *Fusarium oxysporum*, Schl. *J. W. Afric. Inst. Oil Palm Res.*, **4**, p. 156-175.
- [13] RENARD J.-I. (1967). — Incidence de la culture du palmier à huile sur les populations des *Fusarium* dans les sols de savane en Basse Côte-d'Ivoire. *Revue Mycol.*, **32**, **3**, p. 211-227.
- [14] RENARD J.-I., GASCON J.-P., BACHY A. (1972). — Recherches sur la fusariose du palmier à huile, *Oléagineux*, **27**, p. 581-591.
- [15] ROLL-HANSEN J. (1974). — Fertilizer experiments with carrots on peat soil. *Forsk. Forsok Landbruket., Sta. Exp. Stn. Kvithamar, Norway*, **25**, p. 201-218.
- [16] STETTER S. (1971). — Effect of N, P and K fertilizers on foot rot diseases in continuous cereal growing. *Tidsskr. Plantavl.*, **75**, p. 274-277.

SUMMARY

The Influence of Potassium on the Resistance of Oil Palms to *Fusarium*.

M. OLLAGNIER and J.-L. RENARD, *Oléagineux*, 1976, **31**, n° 5, p. 203-209.

The application of increasing rates of potassium chloride greatly reduced the development of wilt caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis* in oil palms in the Ivory Coast. The very strong effect on a susceptible cross was equally marked in a resistant one. The leaf potassium level which is most favourable for resistance is the same as that required for optimum production.

RESUMEN

Influencia del potasio en la resistencia de la palma aceitera a la fusariosis.

M. OLLAGNIER y J. L. RENARD, *Oléagineux*, 1976, **31**, n° 5, p. 203-209.

La aplicación de dosis crecientes de cloruro de potasio reduce notablemente la progresión de la enfermedad del decaimiento producida por *Fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis* en la palma aceitera en Costa de Marfil. El efecto muy fuerte en un cruzamiento sensible todavía es muy visible en un cruzamiento resistente. El nivel óptimo de nutrición potásica de la hoja con relación a la fusariosis es casi el mismo que el nivel óptimo con relación a la producción.

The Influence of Potassium on the Resistance of Oil Palms to *Fusarium* (1)

M. OLLAGNIER (2), J.-L. RENARD (3)

I. — INTRODUCTION

Prendergast [11] reported in 1957 that potassium fertilizer applied as 1 to 2 kg sulphate of potash per tree reduced damage caused by *Fusarium* on oil palms at Cowan Estate, Nigeria. The same author [12] showed that in the pre-nursery and nursery nitrogen reduced the incidence of the disease on young plants following inoculation but that in the same conditions potassium played no part.

We have obtained identical results on plants inoculated with *Fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis* in the nursery receiving nutrient solutions containing variable amounts of potassium. However, a fertilizer experiment carried out in the Ivory Coast (D.A. CP 13 at Dabou on savannah soil in an area strongly infected with *Fusarium*) showed that potassium did affect the predisposition of the oil palm to attack by the disease. Similar results were obtained earlier in the People's Republic of Benin (Dahomey).

II. — DESCRIPTION OF THE EXPERIMENT

A $4 \times 2 \times 2 \times 2$ factorial experiment with confounding was laid down in 1964 at Dabou on a savannah soil with palms planted in the same year. Potassium was applied at four levels, the other elements (Mg, B and Mn) each at two levels. The plots each comprised four rows of 13 trees all of which received the fertilizer treatment, the two central rows only being recorded.

The levels of potassium applied, the only treatments which interest us here, are given in Table I.

Since maximum production was not achieved at the K3 level, treatment K1, the yield of which was the same as that of K2, was modified in 1973 to receive 4 1/2 kg per tree from that date.

Two breeding lines were planted in equal numbers in each plot *viz* :

- Da 835 : D3 D \times P2054 P, susceptible,
- Da 810 : L15 TT \times D10 D, resistant.

III. — RESULTS

1. — General development of *Fusarium*.

The first cases of palms infected with *Fusarium* were noticed during 1968. At that stage an average of 2 p. 100 of the palms was affected and at eleven years from planting 22 p. 100 were infected (Fig. 1). There was a large difference between the susceptible and resistant lines. Disease development on the susceptible line was very rapid reaching 37.9 p. 100 infected at 11 years while, at the same age, only 7.8 p. 100 of the resistant plants were diseased.

2. — Influence of potassium on the development of *Fusarium*.

The influence of potassium chloride on the number of diseased plants first became really apparent in 1971, the percentage of diseased plants being the same on all treatments in 1968 and 1969. From 1971 the evolution of the disease was most rapid in the K0 treatment; differences between the treatments K1, K2 and K3 became more marked in 1973, 1974 and 1975. The level of disease in treatment K1 was roughly the mean for the whole experiment. High potassium dressings did not prevent the appearance of the disease but slowed down its progress; the spread of disease from one tree to another was reduced; it appeared as though the main effect of potassium fertilizer was to prevent growth of the *Fusarium*, the number of initial infection sites being independent of the fertilizers applied (Fig. 1).

While there was a very marked effect of potassium on the susceptible cross, it has an equally large effect on the resistant one.

The results showed a very neat pattern of significance, the variance ratio (linear effect of potassium/error variance) moving from 0.52 (insignificant) in 1971 to 6.21 (*) in 1973, 6.98 (*) in 1974 and 10.3 (*) in 1975.

These very clear results showing a relationship between increasing rates of potassium and increasing resistance to *Fusarium* confirm those obtained by I. R. H. O. in the People's Republic of Benin. That experiment was begun in 1948 on a stand of old palms all planted in 1929-30 and comprised four treatments measuring the effects of K, N, P and their interaction. There was a marked favourable effect of potassium (Table II).

3. — Leaf analysis and *Fusarium*.

The relationship between potassium application and the development of *Fusarium* is reflected in a similar relationship between damage caused by the disease and leaf potassium content (Fig. 2). During 1968-69 there was no connection between the occurrence of palms affected by *Fusarium* and leaf potassium, but, starting in 1971, and even more clearly from 1973, significant differences between leaf K content and percentage of diseased palms appeared. Disease attack was markedly reduced when leaf K content exceeded 0.8 p. 100 and above this value the disease made only slow progress. This effect of potassium only became apparent nine years after the first application of fertilizer.

4. — The effect on production.

Yields of the legitimate palms (i.e. excluding supplies planted to replace vacancies in the original stand, which were of different parentage) were separately recorded for healthy and diseased palms. The potential production per hectare was calculated from the yield of the healthy palms and this is compared in table III with the actual yield recorded from the whole plot listing under each treatment the percentage yield loss due to the combined effect of fertilization and disease. Losses in potential production were closely connected with

(1) Communication presented at the 12th I. P. I. Conference 10th-15th May 1976, Izmir (Turkey).

(2) Director of Research, I. R. H. O., Paris.

(3) Director, Plant Pathology Department, I. R. H. O., Dabou Station (Ivory Coast).

(*) Significant at $p = 0.05$.

potassium nutrition (Fig. 3) and were also related to the severity of attack by *Fusarium* (Fig. 4). There was a highly significant correlation ($r = 0.982$) between percentage of diseased palms and loss in potential yield for the seasons 1972-73, 1973-74 and 1974-75 and the relationship can be expressed in the equation $y = 0.786x - 0.18$. The regression line is steeper for seven year old palms (season 1971-72) than for the older palms.

The potential yield which depends on potassium fertilization alone is only really affected at the lowest rates. The yield reduction is due mainly, therefore, to the effect of *Fusarium* Wilt, which is very marked in treatment K0. It can be concluded that the direct effect on yield of average potassium fertilization can be masked by losses through Wilt.

Regular application of potassium fertilizer to keep the leaf K level above 0.9 p. 100 benefited the health of the plantation; at ten years after planting the loss in potential production in palms which received heavy potassium applications was only one half of that in palms which received no potassium. In any case potassium had a large direct effect in increasing yield by increasing both mean bunch weight and number of bunches produced. For the two last seasons, the potential yield of bearing trees under treatment K3 was about 18 t/ha (Table III) while the corresponding figure for treatment K0 was only 13.5 t.

5. — The effect of previous cropping.

Evidence on the effect of previous cropping is available from an experiment (DA. ES 83) comparing the behaviour of ten breeding lines :

— Extension (planted on land cleared from savannah) 12.3 p. 100 palms infected with *Fusarium*.

— Replanting (planted on land previously carrying oil palm) 6.5 p. 100 palms infected.

In the case of the most susceptible lines disease was, in some cases, only half as severe in the replanting as in the extension planting (Table IV). Since the soil of an old plantation carries a good reserve of *F. oxysporum* [Renard, 13] one would have expected more severe losses in the replanted area than in the extension. However, leaf analysis seems to offer an explanation of the results, as leaf K was always higher (mean value 1.2) in the replanting than in the extension (0.9). In the light of the results obtained in experiment DA. CP 13 described above it seems reasonable to think that the better performance in resistance to *Fusarium* by replanted palms was at least partly caused by the higher potassium content.

6. — Other forms of *Fusarium*.

The disease with which we have been concerned above is characterized by wilting of the palm leading sooner or later to its death and is due to *Fusarium oxysporum* entering the plant via the root and penetrating the stem to a varying height. The pathogenicity of this fungus has been abundantly demonstrated using an inoculation technique in the nursery to measure resistance by various progenies [Renard *et al.*, 14]. There are two other diseases of adult palms which are associated with different *Fusarium* organisms :

— The disease known as Boyomi [Heim, 8], in which *Fusarium bulbigenum* var. *trachetophilum* is found in the rachis and causes its desiccation, accompanies severe magnesium deficiency. A fertilizer experiment carried out in the Congo showed that application of magnesium sulphate considerably

reduced this disease (33 p. 100 trees affected in the nil magnesium treatment compared with 7 p. 100 for those receiving Mg). In this case it was not possible to test the pathogenicity of *Fusarium* experimentally. Applying potassium to the soil (though leaf K content was adequate) had an adverse effect (23 p. 100 trees affected with potassium, 17 p. 100 without) due probably to an antagonistic effect on magnesium uptake which was, in this case, the limiting factor.

— Crown disease, which affects young palms, is due to a single recessive gene [de Berchoux *et al.*, 3] and is associated with *Fusarium solani* var. *minus*. Without doubt the dominant factor is in this case genetic and, up to now, no connection with nutrition has been demonstrated.

IV. — DISCUSSION

Potassium has been shown to have beneficial effects in a wide range of fungal diseases. Akodogan [2] drew attention to this in the case of ink disease of chestnuts. It has been well demonstrated in the case of stalk rot of maize caused by *Fusarium moniliforme* [Abney *et al.*, 1] or of rice caused by *Leptosphaeria salvinii* [Chien, 5]. It has also been found with leaf disease such as mildew in the vine [Hoffman *et al.*, 9] or apple speckle [Lefter *et al.*, 10] and in diseases affecting the inflorescence like ergot in sorghum which is caused by *Sphacelia sorghi* [Chinnadurai, 6].

Some authors have noted opposite effects of potassium. Thus potassium fertilizer increased foot rot of grasses [Stetter, 16] and favoured *Cercospora* in coffee [Fernandez *et al.*, 7]. Stored carrots were more susceptible to *Centrospora acerina* when they had received generous potassium dressings during growth [Roll-Hansen, 15].

However, such examples are comparatively rare.

The effect of potassium on disease resistance probably results from its involvement in metabolic processes within the plant. Through its direct effect on water economy, potassium deficiency leads to the accumulation of soluble glucides and enhanced activity of hydrolases which allows free amino-acids and ammonia to accumulate, all of which substances promote the development of parasites [Chaboussou, 4].

V. — CONCLUSION

Several conclusions can be drawn from the observations made on *Fusarium* attack on oil palm on a Tertiary Sand in the savannah zone :

— at high rates of potassium (K2 and K3) fewer trees were attacked by *Fusarium* than at low rates (K0 and K1) ;

— potassium fertilizer can reduce the severity of attack by the disease but heavy dressings, even when applied right from the time of planting, do not reduce the number of initial infections. Potassium has a long-term effect which becomes marked at seven years from planting ;

— leaf analysis, which enables us to measure the uptake of potassium, shows that a level of 0.9 p. 100 K is equally « critical » both for yield and resistance to *Fusarium*.

Fusarium is a most important disease in certain parts of Africa and the generous use of potassium fertilizer is without any doubt a very important complement to the progress which has been made by plant breeders in improving resistance to the disease.

