

Study of impact of vascular wilt on FFB production in oil palm

Étude de l'incidence de la fusariose vasculaire sur la production de régimes chez le palmier à huile

J.L. RENARD⁽¹⁾, H. de FRANQUEVILLE⁽²⁾, S. DIABATE⁽³⁾ et M. OUVRIER⁽⁴⁾

Abstract. — A trial set up in 1981 in a zone severely affected by vascular wilt, caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis* in oil palm, has been observed regularly for the appearance and persistence of disease symptoms since it was set up. Recording individual production figures for the oil palms from 1986 to 1992 made it possible to assess the impact of vascular wilt on the number of FFB produced and on their mean weight, according to the different categories of symptoms observed: chronic, latent (revealed by sampling stem tissue) or temporary (cases of remission). Yields from oil palms with no symptoms of the disease are similar to those from healthy palms. The same goes for cases of remission, although their production figures are discussed in this paper, according to the length of time the symptoms persisted.

Key words. — Oil palm, Fusarium wilt, yield, Ivory Coast

INTRODUCTION

Vascular wilt due to *Fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis* is the most serious oil palm disease in Africa.

Although vascular wilt does not generally appear before five years of age in the first generation and the epidemic then continues to spread, in replantings, symptoms appear very early on, sometimes when the trees are as little as one year old, and the disease primarily develops up to the age of four years, reaching a plateau at around five years. In general, the symptoms remain slight on tolerant material, and numerous cases of symptom remission are observed. Nevertheless, the most intense symptoms can lead to tree death or develop into a chronic form marked by tree stunting and the existence of a stem ending in a "pencil point". Lastly, trees without symptoms can harbour the pathogen, in which case the tree is said to have a latent infection. This internal presence of the disease is revealed by taking core samples from the stem, and is stable over time.

Oil palm breeding for vascular wilt resistance began many years ago (Renard *et al.*, 1972; Renard *et al.*, 1980), and has made it possible to considerably reduce the damage caused

Résumé. — Un essai mis en place en 1981 dans une zone particulièrement atteinte par la fusariose vasculaire, provoquée chez le palmier à huile par *Fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis*, a fait l'objet d'observations régulières concernant l'apparition et le maintien des symptômes de la maladie, depuis le planting jusqu'à ce jour. L'enregistrement de la production individuelle des palmiers, de 1986 à 1992, a permis d'évaluer l'incidence de la fusariose sur le nombre de régimes produits, ainsi que sur leur poids moyen, en fonction des différentes classes de symptômes observées : chroniques, latents (mis en évidence par prélèvements de tissus dans le stipe), ou ponctuels (cas de rémission). La production des palmiers n'exprimant pas la maladie est proche de celle des palmiers sains. Il en est de même de celle des cas de rémission, dont les résultats de production sont toutefois discutés dans cette note en fonction de la durée du maintien des symptômes.

Mots clés. — Palmier à huile, fusariose vasculaire, production, Côte-d'Ivoire

INTRODUCTION

La fusariose vasculaire due à *Fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis* est la maladie la plus importante du palmier à huile en Afrique.

Alors qu'en première génération la fusariose n'apparaît généralement pas avant l'âge de cinq ans et que l'épidémie continue de s'étendre ; en replantation, les symptômes apparaissent très tôt, parfois dès l'âge d'un an et la maladie se développe essentiellement jusqu'à l'âge de quatre ans pour atteindre un plateau à cinq ans environ. Généralement, sur le matériel tolérant, les symptômes restent faibles et de nombreuses rémissions de symptômes sont observées. Néanmoins, les symptômes les plus intenses peuvent conduire à la mort de l'arbre ou évoluer vers une forme chronique marquée par le rabougrissement de l'arbre et l'existence d'un stipe se terminant en "pointe de crayon". Enfin, on a constaté que des arbres sans symptôme peuvent héberger le pathogène, ces arbres sont dits en infection latente. Cette présence interne de la maladie est mise en évidence par carottage du stipe, elle est stable dans le temps.

Entreprise depuis de nombreuses années (Renard *et al.*, 1972 ; Renard *et al.*, 1980), la sélection du palmier à huile pour la résistance à la fusariose a permis de réduire consi-

(1) Head, Crop Protection Research Unit, CIRAD-CP - B.P. 5035 - 34032 Montpellier Cedex 1 (France)

(2) CIRAD-CP Phytopathologist, c/o IDEFOR/DPO - Service Phytopathologie - Plantation expérimentale Robert Michaux - B.P. 8 - Dabou (Ivory Coast)

(3) Phytopathologist, IDEFOR/DPO - Service Phytopathologie - Plantation expérimentale Robert Michaux - B.P. 8 - Dabou (Ivory Coast)

(4) CIRAD-CP Agronomist, c/o IDEFOR/DPO - Service Phytopathologie - Plantation expérimentale Robert Michaux - B.P. 8 - Dabou (Ivory Coast)

Communication presented at PIPOC - PORIM International Congress - 20-25 September 1993, the Istana Kuala Lumpur (Malaysia)

(1) Responsable de l'Unité de Recherche Défense des Cultures du CIRAD-CP - B.P. 5035 - 34032 Montpellier Cedex 1 (France)

(2) Phytopathologiste CIRAD-CP, c/o IDEFOR/DPO - Service Phytopathologie - Plantation expérimentale Robert Michaux - B.P. 8 - Dabou (Côte-d'Ivoire)

(3) Phytopathologiste, IDEFOR/DPO - Service Phytopathologie - Plantation expérimentale Robert Michaux - B.P. 8 - Dabou (Côte-d'Ivoire)

(4) Agronome CIRAD-CP, c/o IDEFOR/DPO - Service Phytopathologie - Plantation expérimentale Robert Michaux - B.P. 8 - Dabou (Côte-d'Ivoire)

by the disease (de Franqueville and Renard, 1990). The different trials set up in replantings in zones affected by vascular wilt (Renard and Quillec, 1983; de Franqueville and Renard, 1988; Renard and de Franqueville, 1991) have shown that alongside the type of planting material chosen, environmental factors can play an important role in disease expression. This range of information lacked one major item of data: an estimate of the impact of vascular wilt on FFB production. This study assesses production over six harvesting seasons for two categories of crosses planted in a zone affected by vascular wilt at the IDEFOR Robert Michaux Experimental Plantation at Dabou, Ivory Coast.

STUDY METHODS

The trial includes two types of cross: D115D×L2T and D10D×L2T, corresponding to categories C1001 and C1401, tolerant and relatively tolerant of vascular wilt respectively, planted in 1981 in a zone in which the first generation was affected by vascular wilt (16.7% of trees affected by or killed by vascular wilt at 20 years).

The planting material is split between seven equivalent blocks, with category C1001 in four blocks and category C1401 in three.

The analysis excludes border trees and all trees whose death was caused by anything other than vascular wilt (e.g. dry bud rot, or rodent or *Oryctes* damage). The remaining useful trees in the trial blocks are split between four treatments, corresponding to the following categories:

- H: healthy trees
- V: signs of vascular wilt (typical or chronic form of the disease)
- R: remission (palms whose vascular wilt symptoms have disappeared: cured trees)
- L: trees with latent infection, i.e. on which vascular wilt was detected through the existence of brown fibres in the core samples taken from the stem.

The categories defined in this way are spread unequally in the experimental blocks (maximum for healthy palms and minimum for trees affected by vascular wilt). For the latter, the statistical analysis is very limited due to the small number of trees with symptoms. Several criteria were chosen to characterize production: number of bunches per tree (NB/T), bunch weight per tree (FFB/T) and mean bunch weight (MBW).

Production figures for the different categories of trees were estimated based on the sample shown in table I.

dérablement les dégâts dus à cette maladie (de Franqueville et Renard, 1990). Les différents essais mis en place en replantation de zones fusariées (Renard et Quillec, 1983 ; de Franqueville et Renard, 1988 ; Renard et de Franqueville, 1991) ont montré qu'à côté de la nature du matériel végétal retenu, les composantes de l'environnement peuvent jouer un rôle important dans l'expression de la maladie. A ce faisceau d'informations manquait une donnée importante : une estimation de l'incidence de la fusariose sur la production de régimes. La présente étude fait le bilan de production de six campagnes de récoltes sur deux catégories de croisements plantées en zone fusariée sur la Plantation Expérimentale R. Michaux de l'IDEFOR à Dabou, en Côte-d'Ivoire.

METHODES D'ETUDE

L'essai renferme deux type de croisements : D115D × L2T et D10D × L2T, correspondant aux catégories C1001 et C1401, respectivement tolérante et moyennement tolérante à la fusariose, plantées en 1981 sur une zone fusariée en première génération (16,7 % à 20 ans).

Le matériel végétal est distribué en sept blocs équivalents, la catégorie C1001 est représentée dans quatre blocs, la catégorie C1401 dans trois blocs.

L'analyse exclut les arbres de bordure et tout arbre mort d'une autre cause que la fusariose (par exemple la pourriture sèche du coeur, ou des dégâts de rongeurs ou d'oryctes). Les arbres utiles ainsi définis dans les blocs de l'essai sont répartis en quatre objets qui correspondent aux classes suivantes :

- S : arbres sains
- F : fusariose exprimée (forme typique ou chronique de la maladie)
- R : rémission (palmeiers sur lesquels les symptômes de fusariose ont disparu)
- L : arbres en infection latente, c'est-à-dire dont la fusariose a été mise en évidence par l'existence de fibres brunes dans des carottes extraites du stipe.

Les classes ainsi définies sont représentées de manière inégale dans les blocs expérimentaux (maximum pour les palmiers sains et minimum pour les arbres fusariés). Pour ces derniers, l'analyse statistique est très limitée vu le faible nombre des arbres présentant des symptômes. Plusieurs critères ont été retenus pour caractériser la production : le nombre de régimes par arbre (NR/A), le poids de régime par arbre (PR/A) et le poids moyen des régimes (PMR).

La production des différentes classes d'arbres a été évaluée à partir de l'échantillon figurant dans le tableau I

TABLE I. — Samples per category of symptoms for production analyses. — (Echantillonnage retenu par classe de symptômes pour l'analyse de la production)

Block (Bloc)	Numbers per category of symptoms (Effectifs par classe de symptômes)				
	Healthy (Sains)	Vascular wilt (Fusariés)	Remission (Guéris)	Latent (Latent)	
C1401 L2T × D10D	I	40	9	43	13
	II	54	2	22	5
	III	54	2	25	2
	Total	148	13	90	20
C1001 L2T × D115D	I	52	6	16	12
	II	53	4	13	4
	III	54	1	19	13
	IV	53	1	10	5
	Total	212	12	58	34

For each season, plot production figures were calculated and the corresponding statistical analyses carried out, along with analyses of cumulated seasons.

RESULTS

There are two aspects to be considered: disease incidence and production, depending on the categories.

Disease incidence

The overall phytosanitary situation in the trial confirms the already known performance of the two categories of crosses (Table II).

Category C1001 is more tolerant than category C1401; this better tolerance is primarily expressed by a higher percentage of healthy trees and a lower percentage of symptoms leading to remission.

The temporarily affected trees (remission or cured trees) were classed in three categories: those marked "vascular wilt" only once in the records (classed R₁), those marked twice or three times (classed R₂) and those marked at least four times (classed R₃) and whose symptoms are more severe. The breakdown for the two crosses considered is given in table III.

A difference in performance is seen between the crosses in class R₃, with later remission for the less tolerant cross.

TABLE II. — Phytosanitary situation in the trial: numbers and percentages in brackets — (Situation sanitaire de l'essai : effectif et pourcentage entre parenthèses)

		Total (Total)	Healthy (Sains)	Vascular wilt (Fusariés)	Remission (Guéris)	Latent (Latents)	Dead (Mort)
C1401	L2T × D10D	336	206 (61.3)	13 (3.9)	90 (26.8)	20 (6.0)	7 (2.0)
C1001	L2T × D115D	448	336 (75.0)	12 (2.7)	58 (12.9)	34 (7.6)	8 (1.8)

TABLE III. — Remission case distribution according to the length of time symptoms were expressed in the field (the percentages in relation to useful trees are given in brackets) — (Distribution des cas de rémission en fonction de la durée d'expression des symptômes au champ—les pourcentages par rapport aux arbres utiles sont entre parenthèses)

Category (Catégorie)	Crosses (Croisements)	R ₁	R ₂	R ₃
C1401	L2T × D10D	25 (7.4)	12 (3.6)	53 (17.8)
C1001	L2T × D115D	35 (7.8)	12 (2.7)	11 (2.5)

Impact on production

Production figures were analyzed separately for each of the categories of planting material in the trial.

• C1401

Annual production figures are given in table IV.

On this moderately tolerant material, differences in production appear practically from the start between the different types of symptoms observed (case of trees affected by vascular wilt, V and "cured" trees, R).

The values differ depending on the production components considered, but it is rarely possible to differentiate between production on healthy trees (H) and that on trees with latent infection (L).

Nous avons calculé pour chaque campagne les productions parcellaires et effectué les analyses statistiques correspondantes ainsi que celles sur les regroupements de campagnes.

RESULTATS

Deux aspects sont à considérer : l'incidence de la maladie d'une part et la production d'autre part, en fonction des catégories.

Incidence de la maladie

La situation sanitaire globale de l'essai confirme le comportement déjà connu des deux catégories de croisements, tableau II.

La catégorie C1001 est plus tolérante que la catégorie C1401 ; cette meilleure tolérance s'exprime, en particulier, par un pourcentage d'arbres sains plus élevé et un pourcentage plus faible de symptômes conduisant à une rémission.

Les arbres fusariés de manière passagère (arbres guéris) ont été classés en trois catégories : ceux notés une seule fois "fusariés" dans les relevés (classés R₁), ceux notés deux ou trois fois dans les relevés (notés R₂) et ceux notés au moins quatre fois dans les relevés (notés R₃) et dont les symptômes sont plus graves. Pour les deux croisements considérés, cette situation est donnée dans le tableau III.

La différence de comportement entre les croisements se situe au niveau de la classe R₃, la rémission est plus tardive pour le croisement le moins tolérant.

Conséquence sur la production

Les productions ont été analysées séparément sur chacune des catégories de matériel végétal de l'essai.

• Sur C1401

La production annuelle figure dans le tableau IV.

Sur ce matériel moyennement tolérant, des différences de production apparaissent dès les premières années entre les différents types de symptômes observés (cas des arbres fusariés, F et des arbres "guéris" R).

Les valeurs sont différentes suivant les composantes de production considérées, mais il est rarement possible de différencier la production des arbres sains (S) de celle des arbres en infection latente (L).

TABLE IV. — Annual production for L2T × D10D, in kg — (Production annuelle de L2T × D10D, en kg)

	H (S)	V (F)	R (R)	L (L)	F prob (Prob de F)
NB/T (NR/A)					
1986-1987	10.263 a	4.574 c	6.538 b	9.162 a	0.00
1987-1988	13.617 a	4.352 c	10.829 b	16.151 a	0.00
1988-1989	12.061 a	5.370 b	10.052 a	12.879 a	0.02
1989-1990	11.604	6.296	10.984	12.705	0.12
1990-1991	8.970	6.981	8.695	8.392	0.10
1991-1992	12.113 a	4.889 c	9.721 b	11.853 ab	0.00
FFB/T (PR/A)					
1986-1987	72.49 a	16.56 d	34.57 c	53.13 b	0.00
1987-1988	126.82 a	16.33 c	72.09 b	126.73 a	0.00
1988-1989	125.82 a	29.61 c	81.50 b	118.58 ab	0.00
1989-1990	137.05 a	35.20 c	99.20 b	134.92 ab	0.01
1990-1991	116.06 a	36.83 c	86.02 b	99.17 ab	0.00
1991-1992	151.17 a	23.96 c	102.87 b	145.44 a	0.00
MBW (PMR)					
1986-1987	7.213 a	2.498 c	4.393 b	5.876 ab	0.00
1987-1988	9.558 a	3.006 c	6.157 b	7.983 a	0.00
1988-1989	10.793 a	4.603 b	8.023 a	9.530 a	0.01
1989-1990	11.779 a	4.048 c	8.955 b	10.937 ab	0.00
1990-1991	13.539 a	4.281 c	10.269 b	12.560 a	0.00
1991-1992	13.206 a	5.128 c	10.288 b	12.168 a	0.00

For the number of FFB harvested per tree, there are significant differences between the categories over the first two seasons, but there is little difference thereafter and the difference is no longer significant; the trees affected by vascular wilt still produce significantly less than healthy trees (Fig. 1).

For bunch weight per tree, figure 2-C1401, and mean bunch weight, trees affected by vascular wilt and cured trees produce significantly less than healthy trees. The palms with latent infection produce as much as healthy trees.

In terms of production trends, there was an increase in bunch weight on cured trees from 1986 to 1989, then a stabilization. For the trees affected by vascular wilt, which produce much less, there was an increase until 1989-1990, followed by a marked reduction. Production on trees with latent infection was slightly lower than that on healthy trees in terms of mean bunch weight and bunch weight per tree (Fig. 2-C1401), with the same number of FFB (Fig. 1).

Cumulated production figures for three successive years and for the whole of the period considered (1986-1992) are given in table V.

For the trees affected by vascular wilt, overall production per tree is only 22% of the figure for healthy trees, with the number of bunches significantly more affected (47%) than mean bunch weight (36%); for the cured trees, these values are 65% (FFB/T), 83% (NB/T) and 73% (MBW). The effect was more significant over the first three seasons (1986-1989), which is logical, since this period corresponds to the appearance of symptoms.

The trees with latent infection produce similar yields to those for healthy trees (93%), solely due to mean bunch weight (90%), with a higher number of bunches (+ 4%).

Production for cured trees varies according to the duration of the symptoms expressed before remission. Mean yields per tree depending on the different categories of symptoms are given in table VI.

Pour le nombre de régimes récoltés par arbre, les différences sont significatives entre les classes au cours des deux premières campagnes, ensuite il y a peu de différences et elles ne sont plus significatives ; les arbres fusariés produisent toujours significativement moins que les arbres sains (Fig 1).

Pour le poids de régime par arbre (Fig. 2-C1401) et pour le poids moyen de régimes, les arbres fusariés et les arbres guéris produisent significativement moins que les arbres sains, les palmiers en infection latente ont une production équivalente à celle des arbres sains.

En terme d'évolution de la production, on constate, sur les arbres guéris, une augmentation du poids des régimes de 1986 à 1989, puis une stabilisation. Pour les arbres fusariés dont la production est nettement plus faible, on observe une augmentation jusqu'en 1989-1990, puis une nette diminution. La production des arbres en infection latente est légèrement inférieure à celle des arbres sains pour le poids moyen et le poids de régimes par arbre (Fig. 2-C1401), le nombre de régimes étant le même (Fig. 1).

La production cumulée sur trois années consécutives et sur l'ensemble de la période considérée (1986-1992) est représentée dans le tableau V.

Pour les arbres fusariés, la production globale par arbre ne représente que 22 % de la production des arbres sains, le nombre de régimes étant sensiblement plus affecté (47 %) que le poids moyen du régime (36 %) ; pour les arbres guéris, ces valeurs sont respectivement de 65 % (PR/A), 83 % (NR/A) et 73 % (PMR) ; l'effet est plus important sur les trois premières campagnes (1986-1989), ce qui est normal puisque cette période correspond à l'apparition des symptômes.

Les arbres en infection latente ont une production analogue à celles des arbres sains (93 %), due uniquement au poids moyen des régimes (90 %), le nombre de régime étant supérieur (+ 4 %).

La production des arbres guéris varie selon la durée des symptômes exprimés avant rémission, la production moyenne par arbre en fonction des différentes classes de symptômes figure dans le tableau VI.

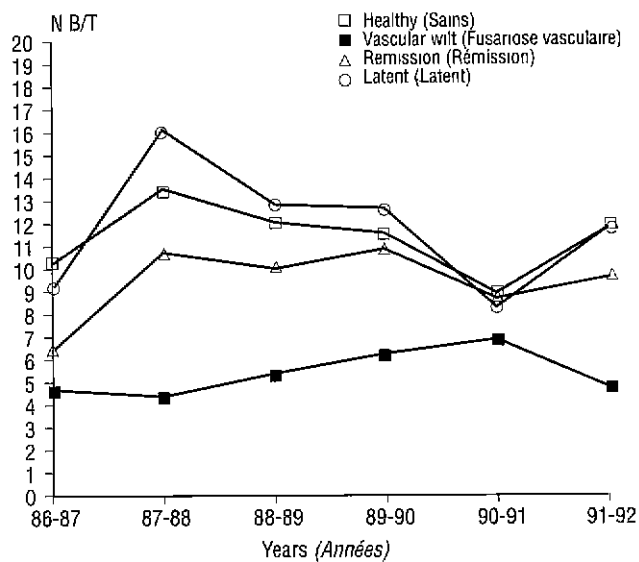
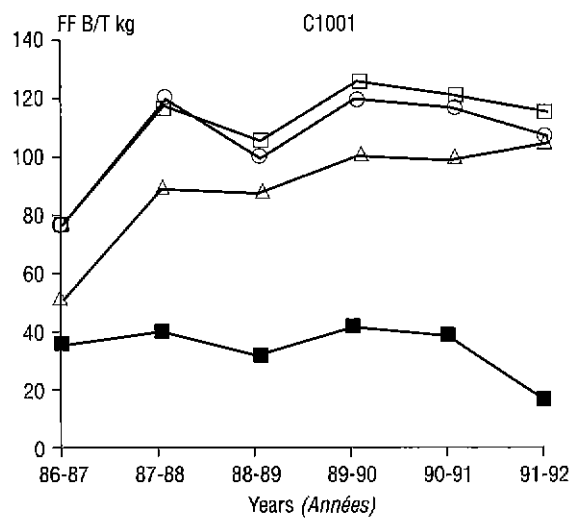
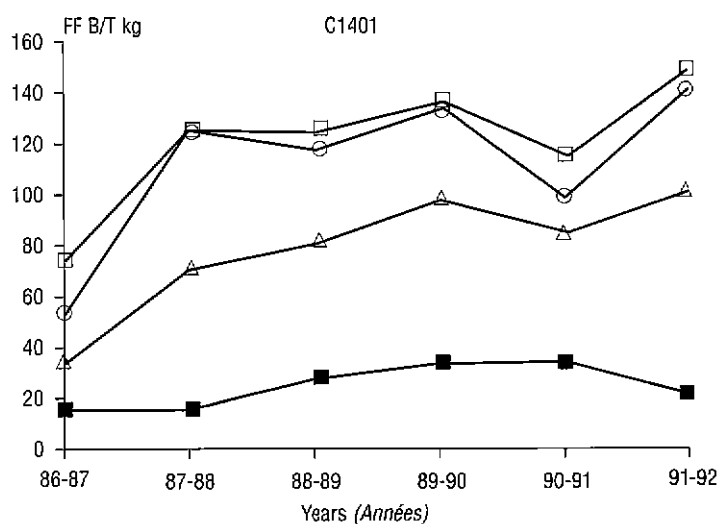


FIG. 1. — Number of bunch/tree/year: L2T × D10D : C 1401 — (Nombre de régime par arbre, par an : L2T × D10D : C 1401)



□ Healthy (Sains)
 ■ Vascular wilt (Fusariose vasculaire)
 △ Remission (Rémission)
 ○ Latent (Latent)

FIG. 2. — Bunch weight per tree — (Poids de régime par arbre)

TABLE V. — Cumulated production for L2T × D10D, over a period of 3 consecutive seasons and over all 6 production seasons in kg — (Production cumulée de L2T × D10D par période de 3 campagnes consécutives et sur les 6 campagnes de production, en kg)

	H (S)	V (F)	R (R)	L (L)	F prob (Prob de F)
NB/T (NR/A)					
1986-1989	12.731 a	4.765 b	9.140 b	11.980 a	0.00
1987-1990	13.912 a	5.340 b	10.622 a	12.427 a	0.00
1988-1991	11.326 a	6.216 b	9.910 a	10.878 a	0.04
1989-1992	11.070 a	6.056 b	9.800 a	10.809 a	0.01
1986-1992	11.395 a	5.410 b	9.470 b	11.900 ab	0.00
FFB/T (PR/A)					
1986-1989	108.68 a	20.83 c	62.72 b	99.51 a	0.00
1987-1990	129.15 a	27.05 c	84.26 b	127.48 a	0.00
1988-1991	125.60 a	33.88 c	88.91 b	118.27 ab	0.00
1989-1992	134.05 a	32.00 c	96.03 b	127.22 a	0.00
1986-1992	121.36 a	26.42 c	79.37 b	113.36 a	0.00
MBW (PMR)					
1986-1989	9.188 a	3.369 c	6.191 b	7.797 a	0.00
1987-1990	10.710 a	3.886 c	7.712 b	9.484 ab	0.00
1988-1991	12.037 a	4.311 c	9.082 b	11.009 ab	0.00
1989-1992	12.781 a	4.486 c	9.837 b	11.888 a	0.00
1986-1992	10.985 a	3.927 c	8.014 b	9.843 a	0.00

TABLE VI. — Yields from cured trees depending on symptom severity, in kg — (Production des arbres guéris en fonction de la gravité des symptômes, en kg)

		Yields - kg/t (Production en kg/a)					
		86/87	87/88	88/89	89/90	90/91	91/92
Healthy trees (Arbres sains)		72.5	126.8	125.8	137.1	116.1	151.2
Total remission (Rémission totale)		35.2	73.9	81.6	97.6	85.1	102.1
	CV	87.1	65.9	48.4	47.6	38.7	53.1
Class 1 remission (Rémissions classe 1)		58.7	118.9	113.9	141.5	96.4	152.3
	CV	46.7	33.5	34.4	20.4	25.8	29.7
Class 2 remission (Rémission class 2)		39.6	93.9	88.9	105.3	104.3	110.1
	CV	57.5	46.0	41.0	32.9	21.1	47.1
Class 3 remission (Rémission classe 3)		23.2	48.2	64.7	75.1	75.4	76.7
	CV	117.1	71.9	45.6	53.3	46.5	52.6

There would seem to be significant differences between the categories, respectively 92%, 73% and 49% of the production figure for healthy trees as a mean over six seasons for classes 1, 2 and 3. For the last three seasons, class 1 production was similar to that for healthy trees, due to the fact that the attack was temporary and, furthermore, happened some time ago (Fig. 3). Yields were comparable to those for trees with latent infection.

• C1001

Annual production figures for category C1001 are given in table VII.

There are significant differences in production for trees affected by vascular wilt (V). However, yields from cured trees and trees with latent infection were equivalent to those from healthy trees (Fig. 2-C1001).

Il apparaît qu'il existe de grandes différences entre les classes, respectivement 92 %, 73 % et 49 % de la production des arbres sains pour la moyenne des six campagnes pour les classes 1, 2 et 3. Pour les trois dernières campagnes, la production de la classe 1 se rapproche de celle des arbres sains, ce qui s'explique du fait que l'attaque a été, d'une part, passagère et d'autre part qu'elle est ancienne (Fig. 3-C1401). Elle est comparable à celle des arbres en infection latente.

• Sur C1001

La production annuelle de la catégorie C1001 figure dans le tableau VII

Des différences significatives de productions sont obtenues avec les arbres fusariés (F), par contre, les productions des arbres guéris et des arbres en infection latente sont équivalentes à celles des arbres sains (Fig. 2-C1001).

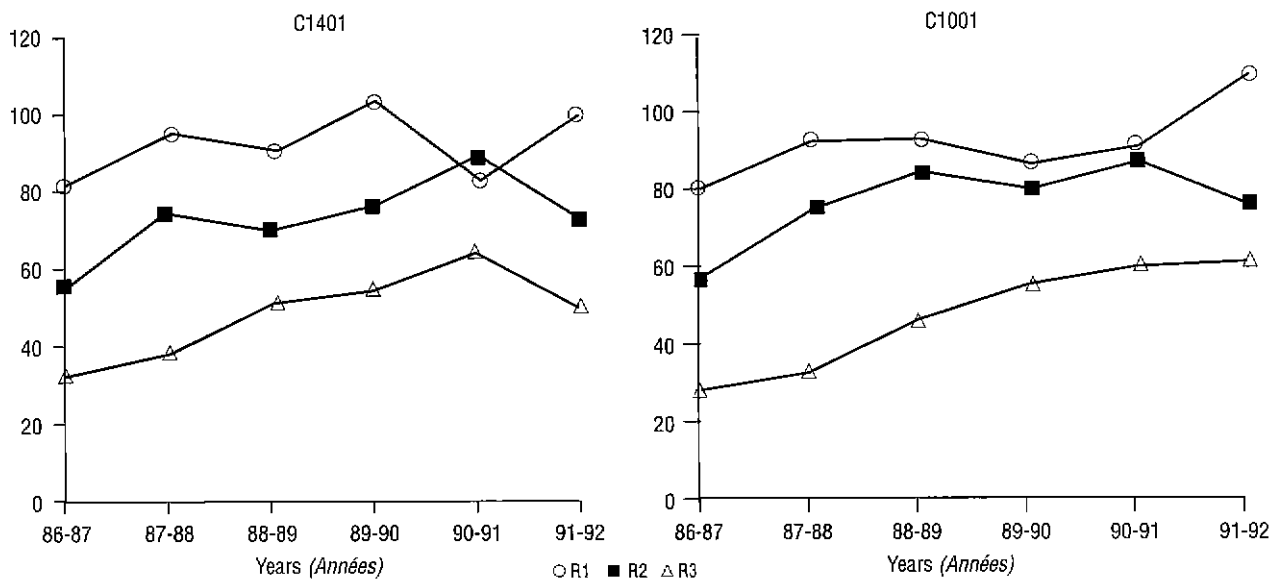


FIG. 3. — Influence of symptoms severity Classes R1, R2, R3, according to the duration of the symptoms, expressed before remission — (Influence de la gravité des symptômes. Classes R1, R2, R3, en fonction de la durée des symptômes, exprimée avant rémission)

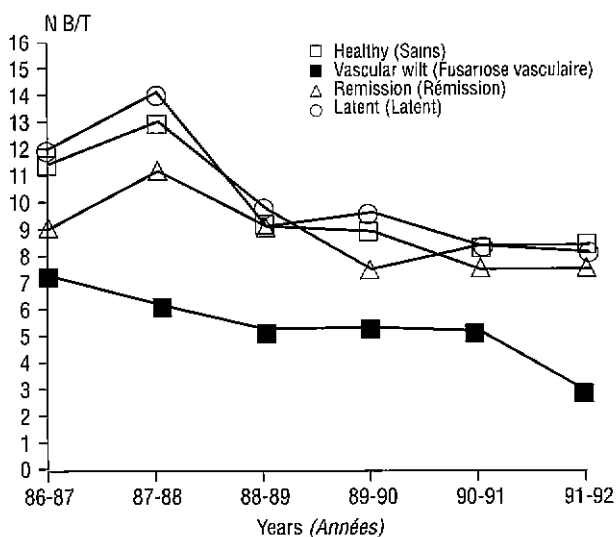


FIG. 4. — Number of bunch/tree/year : L2T x D115D : C 1001 — (Nombre de régimes par arbre, par an : L2T x D115D : C 1001)

Cumulated production figures for three successive seasons or for all six seasons are given in table VIII. Only significant differences are seen for yields from trees affected by vascular wilt: the number of bunches, FFB weight and mean bunch weight are 54%, 32% and 43% respectively of normal production figures. The number of bunches per tree falls with time (Fig. 4) with that of wilt infected trees remaining lower than that of the other categories of trees: healthy, recovered or latent infection.

Although the differences are not significant, the cured trees produced less than the healthy trees. The figures were 90%, 81% and 87% respectively of those for healthy trees.

The trees with latent infection produced much the same yields as the healthy trees (96%). The difference stemmed from the mean bunch weight.

Les productions cumulées par périodes de trois campagnes ou sur l'ensemble des six campagnes figurent dans le tableau VIII. Seules des différences significatives sont observées au niveau des productions des arbres fusariés: le nombre de régimes, le poids des régimes et le poids moyen sont respectivement 54 %, 32 % et 43 % d'une production normale. Le nombre de régimes par arbre diminue au cours du temps (Fig.4), celui des palmiers fusariés restant toujours inférieur au nombre de régimes des autres catégories d'arbres: sains, guéris ou infection latente.

Bien que les différences ne soient pas significatives, les arbres guéris ont une production moins importante que les arbres sains, respectivement 90 %, 81 % et 87 % de celle des arbres sains.

Les arbres en infection latente produisent sensiblement comme les arbres sains (96 %), la différence provient du poids moyen de régime.

TABLE VII. — Annual production for L2T × D115D, in kg — (*Production annuelle de L2T × D115D, en kg*)

	H (S)	V (F)	R (R)	L (L)	F prob (Prob de F)
NB/T (NR/A)					
1986-1987	11.521	7.396	8.999	11.980	0.49
1987-1988	13.127 a	6.313 b	11.447 ab	14.207 a	0.03
1988-1989	9.935 a	5.417 b	9.803 a	9.430 a	0.02
1989-1990	9.751 a	5.521 b	9.057 a	9.770 a	0.01
1990-1991	8.608	5.375	7.732	8.557	0.06
1991-1992	8.580 a	3.083 b	7.821 a	8.254 a	0.00
FFB/T (PR/A)					
1986-1987	72.93	36.12	54.85	78.77	0.21
1987-1988	118.99 a	41.81 b	90.22 ab	119.67 a	0.02
1988-1989	106.23 a	33.83 b	88.93 a	100.63 a	0.00
1989-1990	126.92 a	42.98 b	101.56 a	120.79 a	0.01
1990-1991	121.78 a	40.83 b	100.77 a	118.25 a	0.01
1991-1992	117.44 a	18.21 b	106.17 a	108.65 a	0.00
MBW (PMR)					
1986-1987	6.878 a	2.718 b	5.732 a	6.725 a	0.00
1987-1988	9.174 a	4.018 b	7.715 a	8.605 a	0.01
1988-1989	10.820 a	5.377 b	9.496 a	11.002 a	0.00
1989-1990	13.228 a	6.287 b	11.178 a	12.595 a	0.02
1990-1991	14.566 a	5.771 b	13.128 a	14.188 a	0.00
1991-1992	14.557 a	5.546 b	12.762 a	13.488 a	0.00

TABLE VIII. — Cumulated production for L2T × D115D, per period of 3 successive seasons and for all 6 production seasons in kg — (*Production cumulée de L2T × D115D par période de 3 campagnes consécutives et sur les 6 campagnes de production, en kg*)

	H (S)	V (F)	R (R)	L (L)	F prob (Prob de F)
NB/T (NR/A)					
1986-1989	11.528 a	6.375	9.918	11.872	0.00
1987-1990	10.937 a	5.750 b	9.937 a	11.135 a	0.01
1988-1991	9.431 a	7.437 b	8.699 a	9.252 a	0.01
1989-1992	8.871 a	4.660 b	8.456 a	8.716 a	0.00
1986-1992	10.199 a	5.517 b	9.187 a	10.294 a	0.01
FFB/T (PR/A)					
1986-1989	101.49 a	37.26 b	78.00 ab	99.69 a	0.02
1987-1990	117.38 a	39.54 b	93.57 a	113.70 a	0.01
1988-1991	118.31 a	39.22 b	97.08 a	113.22 a	0.00
1989-1992	122.04 a	34.01 b	103.66 a	115.07 a	0.00
1986-1992	111.77 a	35.63 b	90.83 a	107.38 a	0.00
MBW (PMR)					
1986-1989	8.957 a	4.038 b	7.648 a	8.777 a	0.00
1987-1990	11.074 a	5.227 b	9.463 a	10.734 a	0.01
1988-1991	12.871 a	5.812 b	11.267 a	12.595 a	0.00
1989-1992	14.117 a	5.868 b	12.356 a	13.424 a	0.00
1986-1992	11.537 a	4.953 b	10.002 a	11.100 a	0.00

TABLE IX. — Yields for cured L2T × D115D trees depending on the duration symptom expression, in kg — (Production des arbres guéris en de L2T × D115D en fonction de la durée d'expression des symptômes, en kg)

		Yields - kg/t (Production en kg/a)					
		86/87	87/88	88/89	89/90	90/91	91/92
Healthy trees (<i>Arbres sains</i>)		79.2	119.0	106.2	126.9	121.8	117.4
Total remission (<i>Rémissions totales</i>)		52.3	93.8	89.6	103.1	105.0	111.9
	CV	62.9	45.8	40.3	35.4	32.1	38.9
Class 1 remission (<i>Rémissions classe 1</i>)		65.1	111.2	100.3	112.2	112.6	130.6
	CV	51.7	32.7	30.9	31.6	25.6	26.4
Class 2 remission (<i>Rémissions classe 2</i>)		45.8	89.5	90.7	102.9	107.8	91.5
	CV	56.9	39.3	43.1	35.9	34.3	40.0
Class 3 remission (<i>Rémissions classe 3</i>)		22.8	40.4	51.8	72.7	75.2	74.8
	CV	73.7	63.4	45.3	31.7	41.5	63.1

TABLE X. — True and potential yields (in kg) for the two categories of oil palm, based on 100 trees, taking account of phytosanitary condition — (Production réelle et potentielle (en kg) des deux catégories de palmiers sur une base de 100 arbres, en tenant compte de l'état sanitaire)

Categories (Catégories)	Healthy (Sains)	Vascular wilt (Fusariés)	Cured (Guéris)	Latent (Latents)	Total (Total)	Potential yield (Production potentielle)	Difference (Différence)	% loss (% perte)
C 1401	7,439.37	103.04	2,127.12	680.16	10,349.69	12,136	1,786.31	14.7
C 1001	8,382.75	96.20	1,171.71	816.09	10,466.75	11,177	710.25	6.4

Production figures for cured trees, depending on the duration of symptom expression, are given in table IX. The conclusions of this analysis are identical to those for C1401: the means for the different yield components over six seasons are 94%, 78% and 49% of normal production for remission classes 1, 2 and 3, and production was more greatly affected the longer the duration of symptom expression (Fig. 3-C1001).

DISCUSSION AND CONCLUSION

Although these results were only obtained on a relatively small number of trees with vascular wilt, conclusions can nevertheless be drawn as to the impact of the disease on production.

The two categories of planting material assessed differ as regards their performance with respect to vascular wilt: 30.7% cumulated vascular wilt for C1401 as opposed to 15.6% for C1001. The difference is due to remissions: there are more temporary symptoms in the more susceptible category (Table II) and remissions are slower (class R₃) and more numerous (17.8%) in the category with little tolerance than in the tolerant category (2.5%) (Table III).

However, it is worth noting that for the trees affected by vascular wilt in each category, the remission rate (87.4%) for the moderately tolerant category (C1401) is slightly higher than that for the tolerant category (82.9%).

Under the conditions of the experiment, and given the phytosanitary situation, potential yields for 100 oil palms representative of the trial area as a whole, for all six seasons, can be estimated at 12,136 kg and 11,177 kg respectively for C1401 and C1001, based on FFB production in healthy trees (Tables V and VIII). Similarly, true production can be calculated based on 100 trees, taking account of the percentages of healthy trees, trees affected by vascular wilt, cured trees and those with latent infection (Table X).

La production des arbres guéris, en fonction de la durée de l'expression des symptômes est représentée dans le tableau IX. Les conclusions de cette analyse sont identiques à celles de C1401, les moyennes des composantes de productions de six campagnes sont de 94 %, 78 % et 49 % de la production normale respectivement pour les classes 1, 2 et 3 de rémission, la production est d'autant plus affectée que la durée d'expression de symptôme est longue (Fig. 3-C1001).

DISCUSSION ET CONCLUSION

Bien que ces résultats ne soient obtenus que sur un nombre d'arbres fusariés relativement faible, on peut néanmoins tirer des indications sur l'incidence de la maladie sur la production.

Les deux catégories de matériel végétal évaluées se différencient par leur comportement à l'égard de la fusariose, 30,7 % de fusariose cumulée sur C1401 contre 15,6 % pour C1001, la différence étant due aux rémissions, les symptômes passagers sont plus nombreux sur la catégorie la plus sensible (Tabl. II), et les rémissions sont plus lentes (classe R₃) et plus nombreuses (17,8 %) sur la catégorie peu tolérante que sur la catégorie tolérante (2,5 %) (Tabl. III).

Cependant, il faut noter que pour les arbres fusariés de chaque catégorie, le taux de rémission (87,4 %) pour la catégorie moyennement tolérante (C 1401) est légèrement plus élevé que celui de la catégorie tolérante (82,9 %).

Dans la situation de l'expérience, et compte tenu de la situation sanitaire, les productions potentielles sur un effectif de 100 palmiers représentatifs de l'ensemble de la surface de l'essai, pour les six campagnes, peuvent être estimées à 12 136 kg et 11 177 kg respectivement pour C1401 et C1001, sur la base de la production de régime des arbres sains (Tabl. V et VIII). De même, on peut calculer les productions réelles sur une base de 100 palmiers en tenant compte des pourcentages de plants sains, fusariés, guéris et en infection latente (Tabl. X).

Losses (in terms of FFB) are 14.7% for the moderately tolerant category and only 6.4% for the tolerant category. The positive performance of the tolerant cross is primarily due to better individual yields from cured trees and a lower percentage of this category in the tolerant cross, despite lower yields from healthy trees (111.77 kg for C1001 as opposed to 121.36 for C1401).

The percentage of trees affected by vascular wilt at any given time, which is generally low with more or less tolerant trees, has little effect on production losses. The drop in yields is mainly due to cured trees: in the moderately tolerant category, a tree from this class produces only 65% of the yield from healthy trees, whereas in the tolerant cross, yields are 81% of those for healthy trees. Latent infection only affects yields by a few percent. These results show the importance of planting varieties as tolerant of vascular wilt as possible in zones affected by the disease.

Les pertes (en poids de régime) sont de 14,7 % pour la catégorie moyennement tolérante et de 6,4 % seulement pour la catégorie tolérante, le bilan positif pour le croisement tolérant est dû en particulier à une meilleure production individuelle des arbres guéris et à un pourcentage plus faible de cette catégorie sur le croisement tolérant et ceci malgré une production plus faible des arbres sains (111,77 kg pour C1001 contre 121,36 pour C1401).

Le pourcentage de palmiers fusariés, présent à un moment donné, faible en général avec des croisements plus ou moins tolérants intervient peu dans les pertes de productions. La baisse de production est principalement due aux arbres guéris, sur une catégorie moyennement tolérante, un arbre de cette classe a une production équivalente à 65 % seulement de l'arbre sain, alors que sur un croisement tolérant, la production est de 81 % de l'arbre sain ; l'infection latente n'affecte que de quelques pourcents la production d'un arbre. En zone fusariée, ces résultats démontrent l'importance de planter un matériel végétal possédant la meilleure tolérance possible à la fusariose.

REFERENCES

- [1] FRANQUEVILLE H. de, J.L. RENARD, (1988) —Oil palm wilt in replantings: study methods and determination of certain environmental factors on the expression of this disease. *Oléagineux*, 43, (4), 149-157
- [2] FRANQUEVILLE H. de, (1990). —Improvement of oil palm vascular wilt tolerance. Results and development of the disease at the R. Michaux plantation. *Oléagineux*, 45, (10), 399-405.
- [3] RENARD J.L., J.P. GASCON, M. BACHY, (1972). —Recherches sur la fusariose du palmier à huile. *Oléagineux*, 27, (12), 581-591
- [4] RENARD J.L., J.M. NOIRET and J. MEUNIER, (1980). —Sources and ranges of resistance to *Fusarium* wilt in the oil palms *Elaeis guineensis* and *Elaeis melanococca*. *Oléagineux*, 35, (8-9), 387-393.
- [5] RENARD J.L. and G. QUILLEC, (1983). —*Fusarium* and replanting: elements to be considered when replanting oil palm in a *Fusarium* zone in West Africa. *Oléagineux*, 38, (7), Agricultural Advice Note No. 235, 421-427
- [6] RENARD J.L. and H. de Franqueville, (1991). —Effectiveness of crop techniques in the integrated control of oil palm vascular wilt. *Oléagineux*, 46, (7), 255-265

RESUMEN

Estudio de la incidencia de la fusariosis vascular sobre la producción de racimos en la palma aceitera

J.L. RENARD, H. de FRANQUEVILLE, S. DIABATE y M. OUVRIER, *Oléagineux*, 1993, 48, N°12, p. 495-504

Un ensayo implantado en 1981 en una zona especialmente afectada por la fusariosis vascular, provocada en la palma aceitera por *Fusarium oxysporum f. sp. elaeidis*, fue objeto de observaciones regulares referente a la aparición y al mantenimiento de los síntomas de la enfermedad, desde el planting hasta hoy día. El registro de la producción individual de las palmas, de 1986 hasta 1992, ha permitido evaluar la incidencia de la fusariosis sobre el número de racimos producidos, así como sobre su peso medio, con arreglo a diferentes clases de síntomas observados: crónicos, latentes (puestos en evidencia mediante tomas de muestras de tejidos en el estipe), o puntuales (casos de remisión). La producción de palmas que no exprimen la enfermedad se parece a la de las palmas sanas. Lo mismo pasa con la de los casos de remisión, cuyos resultados de producción no obstante se discuten en esta nota según la duración del mantenimiento de los síntomas.

Palabras claves. —Palma aceitera, fusariosis vascular, producción, Costa de Marfil