

# Incidence possible des infestations de *Recilia mica*, agent vecteur du blast du palmier à huile, sur le métabolisme des acides aminés dans la plante

J. L. RENARD (1), G. QUILLEC (1), M. OLLAGNIER (2)

**Résumé.** — L'agent vecteur du blast *Recilia mica* Kramer, induit dans la plantule de palmier à huile des troubles du métabolisme de deux ordres : précoces en liaison avec la seule présence des insectes, et tardifs en liaison avec le processus infectieux.

## I. — INTRODUCTION

En Afrique de l'Ouest, le blast est une maladie grave du palmier à huile en pépinière. Cette maladie est transmise par un insecte vecteur Homoptera Cicadellidae : *Recilia mica* Kramer [1] et [2], abondant d'octobre à décembre sur les mauvaises herbes. L'agent causal du blast n'est pas connu, mais la reproduction de la maladie par contamination de plants de palmiers en cage avec *Recilia mica* a permis de déterminer que la durée d'incubation de la maladie est de l'ordre de 10 à 15 jours. Dans la plupart des cas, l'évolution des symptômes est très rapide. Le brunissement généralisé du feuillage, entraînant la mort, intervient 8 jours après l'apparition des symptômes précurseurs sur la flèche. Cette rapide évolution semble indiquer que d'importantes modifications du métabolisme se produisent soit au cours de l'incubation, soit en présence de *Recilia mica* ; cette hypothèse nous a conduit à étudier la teneur en éléments majeurs ainsi que l'évolution des teneurs en acides aminés, et en éthanolamine des feuilles.

## II. — MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les essais ont été conduits dans deux cages contenant, chacune, 200 palmiers à huile provenant d'une prépépinière ombragée. Dans la cage A ont été introduits, du 15 novembre au 6 février, 8 750 *Recilia* sp., dans la cage B il n'y a pas eu d'introduction d'insectes.

Les analyses ont été effectuées sur les feuilles d'ordre 1 et 2. Une fois le poids déterminé, la moitié de l'échantillon est portée à ébullition pendant 5 min dans l'alcool à 80° pour l'analyse des acides aminés, tandis que l'autre moitié est mise à sécher au four à 105 °C pendant 12 h pour déterminer la teneur en éléments majeurs.

Les analyses ont été réalisées sur les plants de la cage B (plants non infectés) et sur des plants apparemment sains, et des plants présentant des symptômes débutants de la cage A.

Les prélèvements ont eu lieu aux dates suivantes :

- 1<sup>er</sup> prélèvement le 20/11,
- 2<sup>e</sup> prélèvement le 6/12,
- 3<sup>e</sup> prélèvement le 19/12,
- 4<sup>e</sup> prélèvement le 2/01.

## III. — RÉSULTATS

### 1. — Evolution du blast.

Les premiers cas de blast ont été observés le 29/11, soit 14 jours après les premières introductions ; au total 116 palmiers ont été malades dans la cage A (58 p. 100 de l'effectif), au 2/01 : 58 cas avaient été recensés (soit la moitié du nombre total de cas). Des différences de sensibilité ont été notées, la lignée la plus tolérante avec 24 p. 100 des plants atteints, et la plus sensible avec 80 p. 100 de plants malades. La figure 1 montre l'évolution du blast dans la cage A. A partir du 30 janvier, plus aucun nouveau cas de blast n'est apparu.

### 2. — Analyse foliaire.

Les résultats contenus dans le tableau I montrent qu'il existe des différences dans les teneurs de certains éléments suivant la catégorie des plants considérés. Ils traduisent l'évolution de ces éléments au cours du temps. Les niveaux en **azote** des plants sains de la cage A sont inférieurs à ceux des plants de la cage B. Ces niveaux sont encore plus faibles dans les plants malades.

Les teneurs en **phosphore** augmentent dans les plants sains de la cage B du 20/11 au 2/01. Un ralentissement de l'assimilation apparaît à partir du 6/12 sur les plants sains de la cage A et un blocage se manifeste à partir du 3<sup>e</sup> prélèvement. Les teneurs en P des plants malades sont très faibles.

Pour le **potassium**, les teneurs varient peu d'un objet à l'autre. La présence des insectes, tout comme la maladie proprement dite, n'a pas d'incidence sur le métabolisme du K.

Les teneurs en **calcium** des feuilles diminuent fortement dès le 2<sup>e</sup> prélèvement et semblent se stabiliser ensuite dans

(1) Département Phytopathologie de l'I.R.H.O., B.P. 8, Dabou (Côte-d'Ivoire).

(2) Directeur des Recherches I.R.H.O., 11, Square Pétrarque, 75016 Paris (France).

TABLEAU I. — Résultats des analyses foliaires — moyenne des teneurs de toutes les lignées  
(Results of leaf analysis—average of levels of all families) — p. 100

Objets (Treatments)	Date du prélèvement (Sampling date)	N	P	K	Ca	Mg	Na	S
Plants sains (Healthy plants) Cage A	20-11-78	2,810	0,186	1,640	0,347	0,481	0,022	0,149
	6-12-78	2,919	0,205	1,935	0,279	0,398	0,022	0,183
	19-12-78	2,925	0,212	2,130	0,282	0,351	0,018	0,181
	2-01-79	3,019	0,212	2,150	0,273	0,348	0,012	0,179
Plants sains (Healthy plants) Cage B	20-11-78	2,850	0,190	1,701	0,325	0,468	0,021	0,164
	6-12-78	3,178	0,208	1,594	0,274	0,402	0,024	0,190
	19-12-78	3,020	0,223	2,106	0,290	0,349	0,013	0,194
	2-01-79	3,140	0,236	2,183	0,288	0,361	0,009	0,200
Plants atteints de (Plants affected by) blast Cage A	6-12-78	2,663	0,188	1,740	0,303	0,423	0,024	0,167
	19-12-78	2,348	0,178	1,993	0,346	0,448	0,023	—
	2-01-79	2,717	0,186	2,098	0,273	0,299	0,013	0,160

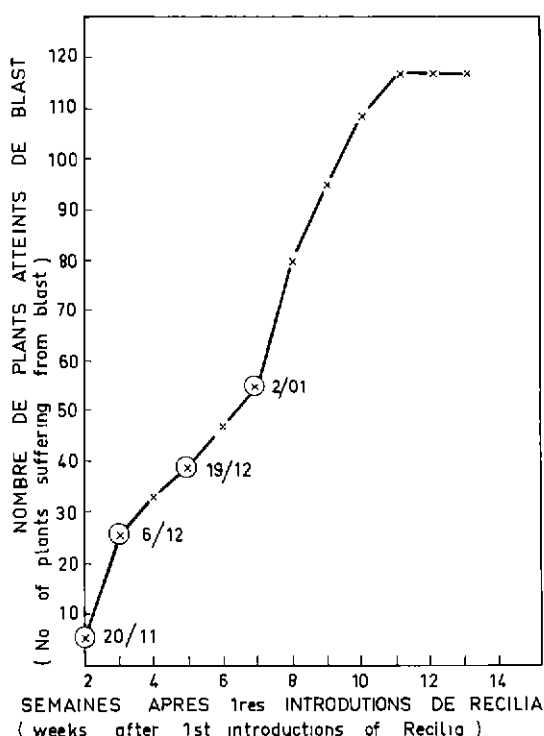


FIG. 1. — Evolution du blast dans la cage A.  
(Evolution of blast in cage A).

○ dates des prélèvements pour analyse.  
(Dates of sampling for analysis).

les plants sains. Les plants malades, par contre, mobilisent momentanément plus de calcium que les plants sains.

La présence des insectes ne modifie pas les teneurs en magnésium des feuilles, mais celles-là varient brusquement dans les plants malades. On constate, de plus, une tendance à une meilleure mobilisation du sodium dans les plants malades que dans les plants sains, alors que les teneurs en soufre, par contre, inférieures dans les plants malades à celles des plants sains, tendent à montrer qu'en présence de ces insectes le métabolisme du soufre est modifié.

En conclusion, l'existence de *Recilia* se traduit par des modifications des teneurs en azote, en phosphore et en soufre, effet qui s'observe rapidement sur l'azote mais ne se manifeste qu'à partir de la 4<sup>e</sup> semaine pour le phosphore

et le soufre. Les teneurs des plants malades en ces mêmes éléments deviennent très faibles, alors que celles du calcium, par contre, augmentent.

### 3. — Teneurs moyennes en acides aminés, et en éthanolamine, sur un mélange de lignées.

Les teneurs moyennes en différents acides aminés, exprimées en  $\mu$  moles/10 g de poids frais, sont indiquées dans le tableau II pour les plants sains des cages A et B. Ce sont les moyennes des teneurs obtenues sur les différentes lignées à une même date de prélèvements. Les teneurs en acides aminés des palmiers de la cage B varient au cours du temps. Elles constituent les références auxquelles seront comparées les teneurs des plants sains ou malades de la cage A.

L'évolution des teneurs moyennes est sensiblement la même pour les plants sains de la cage A et les plants de la cage B.

Suivant les acides aminés, les teneurs augmentent ou diminuent au cours du temps. Selon ce critère, deux groupes peuvent être constitués :

— teneurs en augmentation : tyrosine, acide  $\gamma$ -aminobutyrique, proline ainsi que l'éthanolamine ;

— teneurs en diminution : acide aspartique, thréonine, sérine, asparagine, alanine, citrulline, valine, isoleucine, leucine, phénylalanine, acide glutamique, glutamine, glycine, lysine et arginine.

A ces modifications d'ensemble, les évolutions des teneurs en certains acides aminés sont inverses, lorsque la teneur augmente dans les plants de la cage B, celle des plants de A diminue ou vice-versa, les exemples les plus nets concernent la leucine, la tyrosine, la phénylalanine.

D'une manière générale, les teneurs en acides aminés des plants malades diminuent du 1<sup>er</sup> au 2<sup>e</sup> prélèvement, elles continuent de baisser pour l'asparagine, la L. proline et la glutamine au 3<sup>e</sup> prélèvement, elles sont, par contre, stationnaires ou légèrement en hausse pour les autres acides aminés. Comparées à celles des plants sains, les teneurs des plants malades en acides aspartique et glutamique, en alanine, en acide  $\gamma$ -aminobutyrique et en éthanolamine restent presque inchangées ; toutes celles des autres acides aminés analysés augmentent dans les plants malades (de 5 à 15 fois environ), celle de l'asparagine étant 30 fois plus élevée dans les plants malades que dans les plants sains. Un exemple sur une lignée permet de préciser ces résultats.

TABLEAU II. — Teneurs moyennes en acides aminés, et en éthanolamine (*Average amino-acids and ethanolamine levels*)

	(*)	B	A 2	A 1		(*)	B	A 2	A 1
Acide aspartique ( <i>Aspartic acid</i> )	1	7,30	6,41		L. valine	1	1,79	1,69	
	2	5,57	6,25	8,36		2	1,67	1,61	7,37
	3	3,45	4,48	4,49		3	1,45	1,51	2,49
	4	3,74	2,91	3,54		4	1,48	1,34	2,78
Thréonine	1	1,46	1,31		Isoleucine	1	0,26	0,26	
	2	1,39	1,56	15,22		2	0,25	0,26	1,49
	3	1,26	1,39	4,38		3	0,26	0,21	0,41
	4	1,17	1,29	4,63		4	0,22	0,23	0,48
Sérine	1	7,49	6,72		D. L. leucine	1	0,28	0,26	
	2	6,51	7,42	28,30		2	0,24	0,30	1,37
	3	5,84	6,13	10,58		3	0,26	0,23	0,34
	4	6,25	6,39	11,65		4	0,26	0,24	0,46
Asparagine	1	21,72	10,66		L. tyrosine	1	0,43	0,32	
	2	6,60	8,76	255,51		2	0,40	0,50	7,87
	3	6,10	3,25	112,90		3	0,53	0,46	2,34
	4	9,03	5,00	69,89		4	0,49	0,49	2,07
Acide glutamique ( <i>Glutamic acid</i> )	1	14,33	17,18		Phénylalanine	1	0,32	0,30	
	2	16,24	16,13	13,4		2	0,29	0,32	3,29
	3	12,89	13,63	8,41		3	0,34	0,28	1,17
	4	11,55	12,48	10,61		4	0,32	0,27	1,03
Glutamine	1	5,81	4,15		Acide $\gamma$ -aminobutyrique ( <i><math>\gamma</math>Aminobutyric acid</i> )	1	5,29	5,00	
	2	4,51	3,37	23,17		2	6,04	7,59	9,00
	3	1,53	2,13	7,64		3	5,96	6,63	5,76
	4	2,38	1,37	3,12		4	6,22	5,76	7,60
L. proline	1	2,02	1,97		Ethanolamine	1	1,39	1,34	
	2	1,83	2,12	22,24		2	3,08	1,73	1,93
	3	2,06	2,19	12,90		3	3,83	3,85	3,49
	4	1,92	2,12	6,83		4	2,07	3,12	2,42
Glycine	1	0,97	0,83		Lysine	1	0,79	0,65	
	2	0,56	0,65	2,80		2	—	0,57	3,10
	3	0,57	0,50	1,46		3	0,32	—	1,60
	4	0,54	0,49	0,96		4	0,26	0,26	1,20
Alanine	1	18,51	19,07		L. histidine	1	0,21	0,18	
	2	19,72	17,64	22,86		2	—	0,19	1,73
	3	18,57	19,29	17,62		3	—	—	1,14
	4	16,19	18,44	19,34		4	0,12	0,12	0,51
Citruiline	1	1,05	0,75		L. arginine	1	8,10	4,04	
	2	0,40	0,59	2,07		2	2,47	6,10	33,76
	3	0,55	0,34	1,26		3	2,45	3,20	11,01
	4	0,54	0,45	1,17		4	3,10	2,70	10,07

(\*) — 1, 2, 3, 4 : respectivement correspondent aux 4 dates de prélèvement (*respectively, correspond to 4 sampling dates*).

— B : plants sains, cage sans insecte (*healthy plants, cage without insects*) — A 2 : plants sains, cage avec insectes (*healthy plants, cage with insects*)

— A 1 : plants atteints de blast (*plants affected by blast*).

#### 4. — Réaction individuelle des lignées.

Sur 2 croisements, notés 105 et 22, les plants sains A2, sur lesquels ont été prélevés les échantillons, sont restés sains jusqu'à la fin de l'expérience. Les différences éventuelles des teneurs avec celles des plants de la cage B traduisent donc l'effet seul de la présence des insectes. Les résultats des analyses sont mentionnés dans le tableau III.

Cette analyse révèle deux phénomènes, l'un, lié à la maladie proprement dite où les teneurs en acides aminés des plants malades sont très différentes de celles des plants sains, c'est le cas pour THR, SER, APR, PRO, VAL, ISO, LEU, TYR, PHE, LYS et ARG (dans tous les cas il s'agit d'une augmentation des teneurs, très importante pour la SER, APR et l'ARG) et l'autre, lié à la présence des insectes où les teneurs des plants en présence des insectes sont inférieures à celles existant dans les plants de la cage B, c'est le cas de l'APR, la GLN et l'ARG, phénomène d'ailleurs inverse de celui qui se passe dans les plants malades.

En parallèle à cette étude, l'analyse des teneurs en acides

aminés de palmiers en incubation (4 individus sains au moments du prélèvement, dont 3 devenus malades) permet de déceler les variations inhérentes à la maladie proprement dite. Les résultats sont indiqués dans le tableau IV. A l'exception des teneurs en GLU et PHE, qui sont voisines dans les trois catégories de plants, les teneurs en acides aminés des plants en incubation sont éloignées de celles des plants malades. Les acides aminés qui sont affectés les premiers et qui traduisent le mieux la situation du plant sont la TYR, L'ABU, la LYS et l'ARG. Ces faibles modifications dans les teneurs des plants en incubation, comparées à celles existant dans les plants malades, indiquent que les changements de compositions interviennent très peu de temps avant l'apparition des premiers symptômes, ou simultanément à cette apparition.

Le fait qu'il existe aussi une diminution des teneurs en APR dans les plants en incubation par rapport aux plants sains signifie que la présence seule des *Recilia* est l'effet dominant sur cette teneur, et non la présence d'un agent pathogène.

TABLEAU III. — Résultats des analyses effectuées sur 2 croisements  
(Results of analyses on 2 crosses) — N°s 105 & 22

	N° 105 — Plants :			N° 22 — Plants :		
	sains (healthy)	malades (sick)	sains (healthy)	sains (healthy)	malades (sick)	sains (healthy)
	cage A A 2	cage A A 1	cage B B	cage A A 2	cage A A 1	cage B B
ASP Acide aspartique	2,74	4,54	4,04	2,81	4,00	2,92
THR Thréonine	1,33	7,19	1,30	1,13	4,29	1,17
SER Sérine	7,13	16,19	7,79	4,97	15,00	6,64
APR Asparagine	6,30	127,33	16,36	2,32	39,56	9,44
GLU Acide glutamique	13,17	12,24	13,61	8,85	10,85	12,79
GLN Glutamine	0,47	4,48	2,31	0,58	1,11	1,02
PRO Proline	2,71	15,18	2,14	2,17	3,80	1,96
GLY Glycine	0,51	1,58	0,77	0,41	0,59	0,40
ALA Alanine	20,10	20,36	19,11	15,77	22,63	16,08
CIT Citrulline	0,32	0,93	0,75	tr.	2,63	0,26
VAL Valine	1,54	3,44	1,73	1,44	2,55	1,84
ISO Isoleucine	0,29	0,61	0,31	0,24	0,52	0,21
LEU Leucine	0,23	0,57	0,36	0,30	0,44	0,23
TYR Tyrosine	0,60	2,88	0,62	0,37	1,53	0,52
PHE Phénylalanine	0,32	1,13	0,39	0,36	0,71	0,29
ABU Ac. $\gamma$ -Aminobutyrique	6,13	6,26	6,02	8,46	8,48	7,09
ETH Ethanolamine	4,57	1,33	2,36	2,29	3,40	3,14
LYS Lysine	0,25	0,66	0,19	0,26	1,83	0,33
ARG Arginine	1,19	12,25	3,51	1,89	19,68	3,56

TABLEAU IV. — Résultats des analyses des acides aminés, et de l'éthanolamine, effectuées sur les plants du croisement n° 118. Comparaison entre plants malades, plants en incubation, et plants sains de la cage B

(Results of amino-acid and ethanolamine analyses on plants from cross N° 118. Comparison between sick plants, in incubation, and healthy plants from cage B)

Plants...	en (in) incubation A 2	malades (sick) A 1	sains (healthy) B
ASP	2,19	3,84	2,40
THR	1,26	6,81	0,96
SER	5,16	10,54	5,46
APR	3,03	86,01	9,34
GLU	8,45	8,91	10,43
GLN	0,43	9,25	0,32
PRO	2,09	4,35	1,91
GLY	0,43	0,81	0,45
ALA	12,29	19,82	13,45
CIT	0,44	1,09	0,45
VAL	0,96	2,36	1,15
ISO	0,17	0,37	0,19
LEU	0,21	0,45	0,27
TYR	0,50	2,46	0,34
PHE	0,24	0,23	0,27
ABU	5,72	4,89	7,96
ETH	1,57	2,53	1,91
LYS	0,29	0,86	0,16
ARG	3,52	8,22	1,35

## CONCLUSION

De fortes infestations de jeunes plantules de palmier à huile par *Recilia* non seulement entraînent une mortalité

importante par induction du blast, mais modifient le métabolisme général des plants.

Les teneurs en azote, réduites dans les plants en présence des insectes, indiquent que la synthèse des protéines (p. 100 N  $\times$  6,25) est perturbée. Les métabolismes du phosphore et du soufre sont également affectés et les teneurs en ces éléments sont plus faibles dans des plants sains infestés que dans des plants non infestés par les *Recilia*.

Le mécanisme de translocation des acides aminés dans les plants malades est bloqué. Pour la majorité des acides aminés analysés, il y a une augmentation notable, 30 fois plus pour l'asparagine, et de l'ordre de 5 à 15 pour la thréonine, la sérine, la glutamine, la proline, la glycine, la valine, la tyrosine, la phénylalanine et la lysine, phénomène quasi général observé après l'inoculation dans le cas d'affections cryptogamiques [3]. On ne constate pas par contre d'augmentation de ces teneurs 2 à 3 jours avant l'extériorisation des symptômes, alors que l'incubation est de 10 à 12 jours, ce qui indique que le blocage n'intervient que dans les tout derniers stades de l'incubation, juste avant l'apparition des symptômes. On a pu mettre en évidence également que les diminutions des teneurs en asparagine, en glutamine et en arginine sont liées à la seule présence des insectes et non relatives à un processus infectieux, comme cela a été observé sur concombres infectés par *Cladosporium cucumerinum* [4].

Cette étude permet donc de dissocier deux phénomènes indépendants, l'un résultant vraisemblablement d'une action toxique des insectes piqueurs-suceurs et intervenant précocement, l'autre, plus tardif étant en relation avec la maladie proprement dite. Le traitement au Témik [5], non seulement diminue la mortalité, mais réduit également les populations d'insectes. Son action ne peut être que doublement bénéfique.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] RENARD J. L., MARIAN D et QUENCEZ P. (1975). — Le blast du palmier à huile : rôle des insectes dans la maladie. Résultats préliminaires (bilingue fr., angl.) *Oléagineux*, 30, N° 12, p. 497-502.
- [2] DESMIER de CHENON R., MARIAN D. et RENARD J. L. (1977). — Nouvelle méthode de lutte contre le blast du palmier à huile (bilingue fr., angl.). *Oléagineux*, 32, N° 12, p. 511-517.
- [3] VAN ANDEL O. M. (1966). — Amino acids and plant diseases *Ann. Rev. Phytopathol.*, 4, p. 349-368.
- [4] BURTON C. L., ZEEUW D. J. de (1961) — Free amino acid constitution of healthy and scab-infected cucumber foliage. *Phytopathology*, 51, N° 11, p. 776-777.
- [5] DESMIER de CHENON R. (1978). — Protection des pépinières de palmiers à huile *guineensis* contre le « blast » en Afrique de l'Ouest (trilingue fr., angl., esp). *Oléagineux*, 35, N° 1, p. 13-16.

## SUMMARY

**Possible incidence of infestation by *Recilia mica*, vector of oil palm blast, on amino-acid metabolism in the plant.**

J. L. RENARD, G. QUILLEC and M. OLLAGNIER, *Oléagineux*, 1982, 37, N° 2, p. 43-48.

The blast vector agent *Recilia mica* Kramer, when introduced in the oil palm seedling, can cause two types of metabolic disturbances : precocious ones linked to the insects' presence alone, and later ones linked to the infectious process.

## RESUMEN

**Posible incidencia de infestaciones de *Recilia mica*, insecto transmisor del blast de la palma africana, en el metabolismo de ácidos aminados en la planta.**

J. L. RENARD, G. QUILLEC y M. OLLAGNIER, *Oléagineux*, 1982, 37, N° 2, p. 43-48.

El agente vector del blast *Recilia mica* Kramer, induce en la plántula de palma africana dos tipos de trastornos del metabolismo, o sea : tempranos en relación tan sólo con la presencia de insectos, y tardíos en relación con el proceso infeccioso.

## Possible incidence of infestation by *Recilia mica*, vector of oil palm blast, on amino-acid metabolism in the plant

J. L. RENARD (1), G. QUILLEC (1), M. OLLAGNIER (2)

### I. — INTRODUCTION

In West Africa, blast is a serious oil palm nursery disease. It is transmitted by a vector insect, Homoptera Cicadellidae : *Recilia mica* Kramer [1, 2] abundant on weeds from October to December. The causal agent of blast is not known, but reproduction of the disease by contamination of caged oil palm plants with *Recilia mica* enabled the incubation period to be determined at about 10 to 15 days. In most cases, the symptoms evolve very rapidly. Overall browning of the foliage occurs 8 days after the precursory symptoms appear on the spear, and leads to the death of the tree. Such rapid development seems to indicate that considerable modifications of the metabolism occur, either during incubation or in presence of *Recilia mica*. This hypothesis leads us to study the major element contents as well as the progress of amino-acid and ethanolamine levels in the leaves.

### II. — MATERIAL AND METHODS

Trials were conducted in two cages each containing 200 oil palms from a shaded pre-nursery. In cage A, from November 15th to February 6th, 8 750 *Recilia* sp. were introduced ; in cage B, no insects were released.

Analyses were carried out on leaves of ranks 1 and 2. After weighing, half the sample is boiled for 5 min in 80° alcohol for amino-acid analysis, while the other half is dried in the oven at 105 °C for 12 h for determination of the major elements levels.

Analysis concerned the plants of cage B (not infected) as well as plants, apparently healthy and presenting early symptoms in cage A.

Sampling took place at the following dates :

- 1st : 20th November,
- 2nd : 6th December,
- 3rd : 19th December,
- 4th : 2nd January.

### III. — RESULTS

#### 1. — Evolution of blast.

The first blast cases were observed on 20th November, that is 14 days after the first introductions ; in all, 116 palms were sick in cage A (58 p. 100 of the total) ; on 2nd January, 58 cases were counted (i.e. half the total number of cases). Differences in sensitivity were noted, the most tolerant family having 24 p. 100 sick trees, the most sensitive 80 p. 100. Figure 1 shows the development of blast in cage A. From January 30th on, no new blast cases occurred.

(1) I.R.H.O. Phytopathology Department, B.P. 8, Dabou (Ivory Coast)  
 (2) Director of Research, I.R.H.O., 11, Square Pétrarque, 75016 Paris (France).

## 2. — Leaf analysis.

The results in Table I show that there are differences in the levels of certain elements depending on the category of plants considered. They indicate the evolution of these elements over time. **Nitrogen** levels of healthy plants in cage A are lower than those of cage B plants and still lower in sick plants.

**Phosphorus** levels increase in healthy cage B plants from 20th November to 2nd January. Assimilation slowed down from 6th December on, on the healthy plants in cage A and a blockage appears from the third sampling on. The P levels of the sick plants are very low.

For **potassium**, levels vary little from one treatment to another. The presence of insects, like the disease itself, does not affect K metabolism.

**Calcium** levels in the leaves drop sharply by the second sampling and then seem to stabilise in healthy plants. The sick plants, on the other hand, temporarily mobilise more calcium than the healthy ones.

The presence of insects does not alter leaf **magnesium** levels but they do change suddenly in sick plants. Furthermore, there is a tendency to better **sodium** mobilisation in sick plants than in healthy ones, while **sulphur** levels, on the other hand, lower in the sick plants than in the healthy ones, tend to show that in the presence of the insects, sulphur metabolism is altered.

In conclusion, the existence of *Recilia* leads to changes in nitrogen, phosphorus and sulphur contents, an effect which is quickly apparent for nitrogen, but only appears after the fourth week for phosphorus and sulphur. The levels of these elements in the sick plants become very low, whereas on the contrary calcium levels increase.

## 3. — Average amino-acid and ethanolamine levels on a mixture of families.

The average amino-acids levels, expressed in  $\mu$  moles/10 g fresh weight, are given in Table II for the healthy plants from cages A and B. These are the averages for various families on the same sampling date. The amino-acid levels of the palms from cage B vary over time, and are the reference levels to which those of healthy or sick plants from cage A will be compared.

The evolution in average levels is more or less the same for the healthy cage A plants, and the cage B plants.

Depending on the amino-acids, levels increase or drop with time. In function of this criterion, two groups can be constituted :

— increasing levels : tyrosine,  $\gamma$ -aminobutyric acid, proline, and also ethanolamine,

— decreasing levels : aspartic acid, threonine, serine, asparagine, alanine, citrulline, valine, isoleucine, leucine, phenylalanine, glutamic acid, glutamine, glycine, lysine and arginine.

Apart from these modifications as a whole, certain amino-acid contents evolve in inverse proportion : when they rise in cage B plants, they drop in those from cage A, and vice versa. The most striking examples are leucine, tyrosine, phenylalanine.

Generally speaking, amino-acid levels of sick plants drop from the first to second sampling, and continue to drop for asparagine, L. proline, and glutamine, at the third sampling. On the other hand, they are stationary or slightly higher for the other amino-acids. Compared to those of healthy plants, the levels of the sick plants in aspartic and glutamic acids, in alanine, in  $\gamma$ -aminobutyric acid and ethanolamine remain almost unchanged. All those of the other amino-acids analysed increase in the sick plants (from 5 to 15 times approximately), asparagine being 30 times higher in the sick plants than in the healthy ones. An example from one family illustrates these results more clearly.

## 4. — Individual reaction of the families.

On 2 crosses, noted 105 and 22, the healthy plants A2, from which the samples were taken, remained healthy until the experiment ended. Any differences in contents between them and the cage B plants are the effect of the insects' presence alone. Results of the analyses are given in Table III.

This analysis reveals two phenomena, one linked to the disease itself, where the amino-acid levels of the sick plants are very different from those of healthy ones ; this is the case of THR, SER, APR, PRO, VAL, ISO, LEU, TYR, PHE, LYS and ARG (in all cases there is an increase in levels, very significant for SER, APR and ARG) ; the second is connected to the insects' presence, where the levels of the plants are lower than for the cage B plants : this applies to APR, GLN and ARG, a phenomenon which is, moreover, the opposite of what happens in the sick plants.

Parallel to this study, the analysis of amino-acid levels of incubating palms (4 individuals healthy at the time of sampling, but 3 of which became sick), enables the variations inherent to the disease itself to be detected. The results are given in Table IV. With the exception of GLU and PHE levels, which are similar in all 3 categories of plants, the amino-acid levels of the incubating plants are quite different to those of the sick plants. The amino-acids which are the first to be affected, and which best reflect the situation for the plant are TYR, LYS and ARG.

The slight modification of the levels when the plants are incubating compared to the change which occurs when they are sick, indicates that changes in composition intervene very shortly after the appearance of the first symptoms or at the same time.

The fact that APH levels drop in the incubating plants compared to the healthy ones, means that the presence of *Recilia* alone is the dominant effect on this content, not the presence of a pathogenic agent.

## CONCLUSION

Heavy infestations of young oil palm seedlings by *Recilia* not only lead to great mortality by inducing blast, but modify the plants' general metabolism.

The nitrogen levels, lowered in the plants when insects are present, indicate that protein synthesis ( $p. 100 N \times 6.25$ ) is disturbed. Phosphorus and sulphur metabolism are also affected, the contents being lower in infested but healthy plants than in plants not infested by *Recilia*.

The amino-acids translocation mechanism in healthy plants is blocked. For most of the amino-acids analysed, there is a marked increase, 30 times more for asparagine, and about 5 to 15 more for threonine, serine, glutamine, proline, glycine, valine, tyrosine, phenylalanine, and lysine, an almost universal phenomenon observed after inoculation in the case of cryptogamic affections [3]. On the other hand, there is no increase in the levels 2 to 3 days before the symptoms become manifest, whereas incubation is from 10 to 12 days. This indicates that blockage occurs only in the very last stages of incubation, just before the symptoms appear. The drop in asparagine, glutamine and arginine levels has also been shown to be linked to the insects' presence alone, and not to be related to an infectious process, as was observed on cucumbers infected by *Cladosporium cucumerinum* [4].

This study enables two independent phenomena to be dissociated, one doubtless resulting from the toxic action of stinging-sucking insects, which operates at an early stage, and another and later one being related to the disease itself. Temik treatment [5] not only decreases mortality, but also reduces insect populations. Its action is all the more beneficial.