

VARIATIONS D'ABONDANCE ET FACTEURS DE RÉGULATION
DE LA COCHENILLE DU MANIOC *PHENACOCCLUS MANIHOTI*
[HOM. : PSEUDOCOCCIDAE] CINQ ANS APRÈS L'INTRODUCTION
D'*EPIDINOCARSIS LOPEZI* [HYM. : ENCYRTIDAE]
PARASITOÏDE NÉOTROPICAL
AU CONGO EN 1982

B. LE RÛ⁽¹⁾, Y. IZIQUEL⁽¹⁾, A. BIASSANGAMA⁽²⁾, A. KIYINDOU⁽¹⁾

⁽¹⁾ ORSTOM, B.P. 181, Brazzaville, R.P. Congo

⁽²⁾ Université Marien NGOUABI, B.P. 69, Brazzaville, R.P. Congo

L'étude des variations d'abondance et des facteurs de régulation de la cochenille du manioc *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero 5 ans après l'introduction du parasitoïde néotropical *Epidinocarsis lopezi* (de Santis) révèle la constance des pullulations du ravageur depuis 9 ans. Les pics de pullulations s'observent surtout en début de saison des pluies. Aucune corrélation n'a pu être établie entre les paramètres caractérisant les pluies et les variations du nombre de cochenilles. Nos observations confirment que l'entomophthorale *Neozygites fumosa* (Speare) Remaudière et Keller est le principal facteur de régulation de la cochenille au Congo. L'impact des prédateurs de la cochenille ne semble pas s'être modifié depuis 1979 : la coccinelle *Exochomus flaviventris* Mader reste le prédateur le plus actif. L'acclimatation du parasitoïde *E. lopezi* s'est traduite par une augmentation du taux de parasitisme par un facteur 2 à 3. Elle n'a cependant pas permis de modifier l'allure et l'ampleur des pullulations de la cochenille. Enfin, la coïncidence entre les brutales augmentations du nombre de cochenilles et de profondes modifications de la physiologie du manioc laisse à penser que cette dernière joue un rôle important.

MOTS CLÉS : *Phenacoccus manihoti*, *Manihot esculenta*, Entomophthorale, parasitoïde, prédateur, relation plante-insecte, pluviométrie.

Originaire d'Amérique du Sud, la cochenille du manioc *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero (Hom. : Pseudococcidae) a été introduite accidentellement sur le continent africain au début des années 1970. Aujourd'hui, elle s'est propagée sur l'ensemble de la zone de culture du manioc, *Manihot esculenta* Crantz (Euphorbiaceae), du Sénégal au Malawi. Elle est considérée comme l'un de ses ravageurs les plus importants, occasionnant des pertes de récoltes de l'ordre de 30 % en moyenne (Nwanze, 1982).

Au Congo, l'étude de la dynamique de ses populations a été entreprise dès 1979 (Fabres, 1981), mettant en évidence une gradation de saison sèche. L'analyse des variations d'abondance de la cochenille a montré le rôle prépondérant de l'effet mécanique des pluies torrentielles (Fabres, 1981) et la faible action régulatrice des prédateurs et des parasitoïdes locaux, malgré la rapide adaptation d'un grand nombre d'entre eux à la cochenille (Fabres & Matile-Ferrero, 1980). L'acclimatation d'entomophages exotiques spécifiques est très vite

apparue comme un moyen de renforcer la régulation naturelle des populations. Dès 1982, en liaison avec l'Institut International d'Agriculture Tropical (I.I.T.A.), un parasitoïde de *P. manihoti*, *Epidinocarsis lopezi* (De Santis) (*Hym.* : *Encyrtidae*), originaire d'Amérique du Sud, a été introduit au Congo. Son acclimatation et son extension à l'ensemble de la zone de culture du manioc dans ce pays sont maintenant confirmées (Iziquel & Le Rü, 1989).

D'un autre côté, les études que nous avons entreprises, à partir de 1982 ont révélé l'action régulatrice importante d'un champignon de l'ordre des Entomophthorales *Neozygites fumosa* (Spear) Remaudière et Keller dont l'extension épizootique tardive, au sein des populations de la cochenille, coïncide avec la fin de la gradation du ravageur (Le Rü, 1986 a et b ; Le Rü & Iziquel, 1990).

L'objet de cette étude, réalisée en 1986 et 1987 dans 2 zones écologiques différentes, distantes de 250 kilomètres, est de quantifier les variations d'abondance et les facteurs de régulation de la cochenille 5 ans après l'introduction d'*E. lopezi*. L'incidence des différents facteurs du milieu (entomophages, pathogène, pluviométrie, plante) est analysée.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Les observations de 1986 et 1987 ont été faites dans 7 parcelles de manioc, désignées de A à G, localisées en 2 sites différents. Le choix des parcelles d'étude, en août-septembre, a porté sur des champs représentatifs de l'état sanitaire et du niveau numérique des populations du ravageur (< 10 cochenilles/apex en moyenne) dans le sud du Congo à cette époque de l'année. L'étude s'est poursuivie pendant les 4 mois (de septembre à décembre) qui correspondent à l'augmentation puis au déclin des populations de la cochenille sur manioc.

En 1986 :

— Trois parcelles (A,B,C) sont situées à Kombé, à 17 km au Sud-Ouest de Brazzaville (région du Pool). Deux (A et B) sont des parcelles paysannes de 2 ans, d'une superficie de 1 500 m², plantées avec la variété « M'Pembe », l'autre (C) est une parcelle expérimentale d'un an de 2 000 m² plantée avec la variété « Koussakanandi ».

— Deux parcelles expérimentales (D,E), l'une de 2 ans (D), l'autre d'un an (E), plantées toutes les deux avec la variété « Oumbete » et de 2 500 m² chacune, sont situées à Mantsoumba (région de la Bouenza) à 240 km à l'Ouest de Brazzaville.

En 1987 :

— Une parcelle expérimentale d'un an (F) située à Brazzaville, d'une superficie de 2 000 m² est plantée avec la variété « M'Pembe ».

— Une parcelle expérimentale de 2 ans (G) située à Mantsoumba d'une superficie de 1 600 m² est plantée avec la variété « Oumbete ». La densité de plantation dans ces parcelles est de l'ordre de 1 bouture/m².

L'unité d'échantillonnage est constituée de la partie foliée de la tige de manioc, c'est-à-dire des 10 à 30 cm de l'extrémité supérieure de la tige (apex). Une seule tige par plant est retenue et sur cette même tige une seule ramification lorsque la tige en comporte plusieurs (cas de la variété « Oumbete »). La méthode d'échantillonnage utilisée dérive de celle de Fabres (1982). L'opérateur choisit un 1^{er} apex à au moins 3 m de la bordure, puis il effectue un cheminement au hasard. Au bout de 5 pas il s'arrête, et prélève un autre apex. L'opérateur récolte ainsi, chaque semaine, de 10 à 30 apex, 30 lorsque les densités sont inférieures à 100 cochenilles/apex (en début et fin de pullulation notamment), moins et jusqu'à un minimum de 10 au-delà. Schulthess *et al.* (1989) ont en effet montré que la taille de l'échantillon à prélever dépend de la densité des cochenilles et de la saison à laquelle il

est effectué ; (3 cas : saison sèche, fin de saison sèche ou saison des pluies). A la fin de la saison sèche qui correspond au début de la pullulation de la cochenille dans notre étude, les auteurs, pour un seuil de confiance $D = 0,3$ montrent qu'à partir de 10 cochenilles/apex un prélèvement de 20 apex est suffisant. Au fur et à mesure de leur récolte, les apex sont placés individuellement dans des sacs en polyéthylène. Ils sont ensuite conservés en chambre froide à 5 °C jusqu'au comptage.

Toutes les cochenilles provenant d'un même apex sont dénombrées sous la loupe binoculaire en mentionnant leur stade de développement : L1, L2, L3, femelle immature, femelle avec ovisac et leur état : vivantes, mortes de mycose ou mortes parasitées (momies). Les larves et nymphes d'*Exochomus flaviventris* Mader (Col. : *Coccinellidae*) sont également dénombrées.

Les taux de parasitisme (tous les stades de la cochenille sont parasitées ; Kraaijeveld & Van Alphen, 1986) et de mycose sont rapportés au nombre total de cochenilles (L1 + L2 + L3 + adulte). Les taux de parasitisme des parcelles B et F sont basés sur le seul comptage des momies pleines. Pour les parcelles A, C, D, E, et G, une correction a été apportée par la mise en éclosoir, après comptage, des échantillons récoltés au champ de manière à évaluer le parasitisme en cours (cochenilles parasitées non encore momifiées au moment du comptage).

Les 4 parcelles A, B, C, et G présentent un très mauvais état sanitaire : la moitié des plants montrent un dessèchement des apex suite à une attaque bactérienne par (*Xanthomonas campestris pathovar manihotis* Arthaud Berthet & Bondar) (parcelles A, B et C) ou à la sécheresse (parcelle G). Enfin, plus de la moitié des plants sont fortement atteints de mosaïque : Cassava (African) Mosaic Virus (Lefevre).

Les 3 parcelles D, E et F présentent au contraire un bon état sanitaire : très peu de bactériose et de mosaïque (quelques pieds seulement sur l'ensemble de la parcelle).

Les données climatiques sont fournies par des stations météorologiques situées à 3 km des lieux d'expérimentation à Kombé et à Mantsoumba et à 200 m à Brazzaville. La durée et l'intensité des précipitations sont fournies par des pluviographes installés à 800 m des parcelles à Kombé et à Mantsoumba et à 200 m à Brazzaville.

RÉSULTATS

ALLURE GÉNÉRALE DE L'ÉVOLUTION TEMPORELLE DES GRADATIONS

Les gradations, très variables d'une parcelle à l'autre, sont observées généralement en début de saison des pluies et se caractérisent par la brutalité des variations d'effectifs (fig. 1, fig. 2E,G). Ces dernières se déroulent en 2 phases : une phase de croissance des effectifs dont nous ne pouvons déterminer la durée exacte car nos premières observations sont toutes postérieures au début de la gradation et une phase de décroissance plus rapide qui ramène les effectifs à moins de 10 cochenilles/apex en 30 jours environ. Deux périodes d'abondance sont observées dans la parcelle G contre une seule (très étalée) dans les 6 autres parcelles. Les densités maximales de cochenilles sont très variables d'une parcelle à l'autre, comprise entre 117 et 759 cochenilles/apex, et ne semblent ni liées à l'âge des parcelles, ni à la variété ni à la localité.

En dehors de la phase de pullulation (croissance + décroissance) des prélèvements mensuels de 50 apex dans les parcelles D et F jusqu'à la pullulation suivante de 1987 pour la 1^{re} et de 1988 pour la 2^e, ont montré que les densités de cochenilles par apex sont très faibles. Sur l'ensemble des 50 apex mensuels on a trouvé jusqu'à une dizaine (parcelle D)

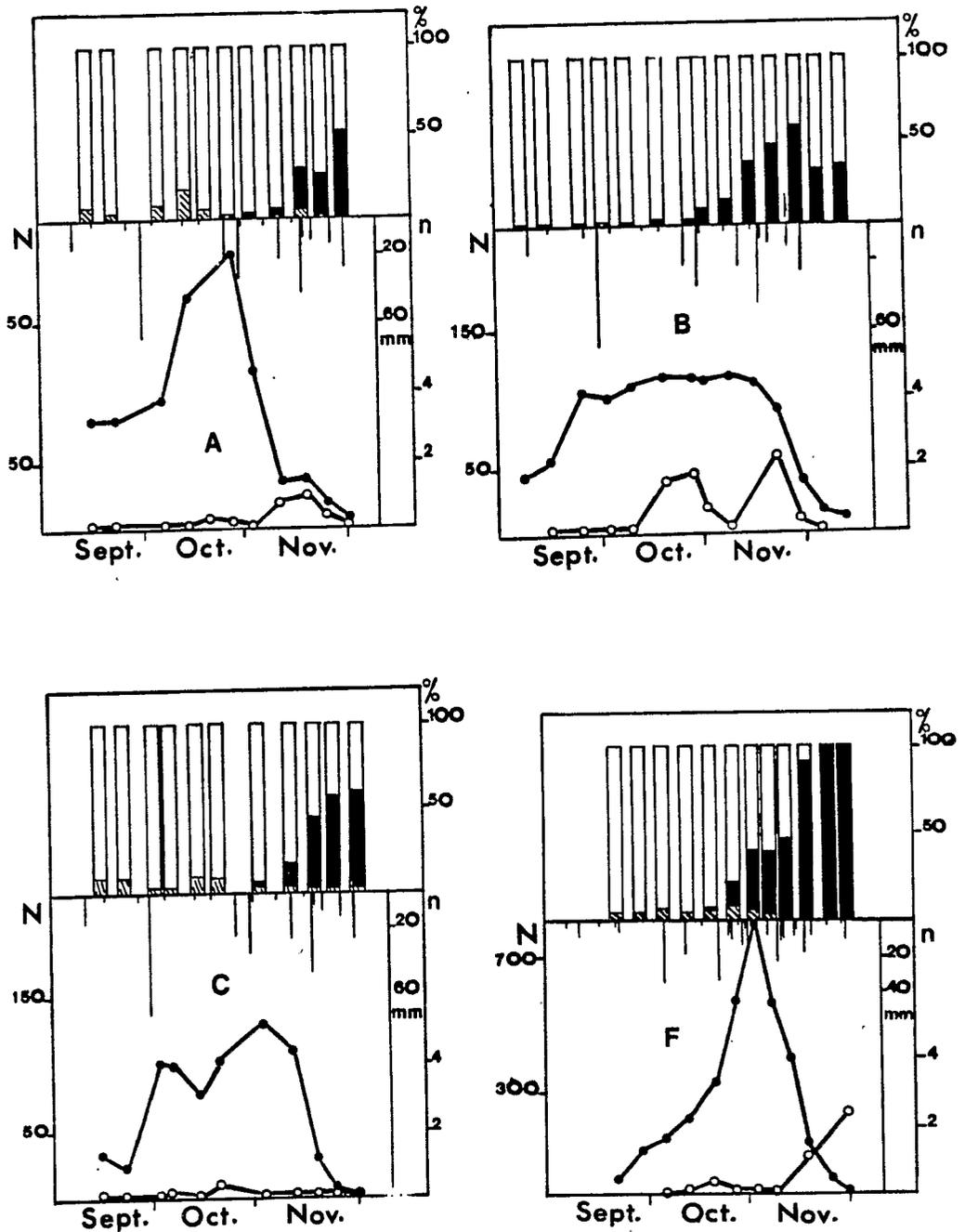


Fig. 1. Variations des nombres moyens, par apex de manioc, de la cochenille *P. manihoti* (N) (tous stades confondus), de la coccinelle *E. flaviventris* (n) (larves + nymphes), en regard de l'évolution des taux de cochenilles saines (□), mortes de mycose (■) et parasitées (▨) et de la pluviométrie. Parcelles de Kombé (A, B et C) échantillonnées entre le 7 septembre et le 15 décembre 1986. Parcelle de Brazzaville (F) échantillonnée entre le 20 septembre et le 30 novembre 1987.

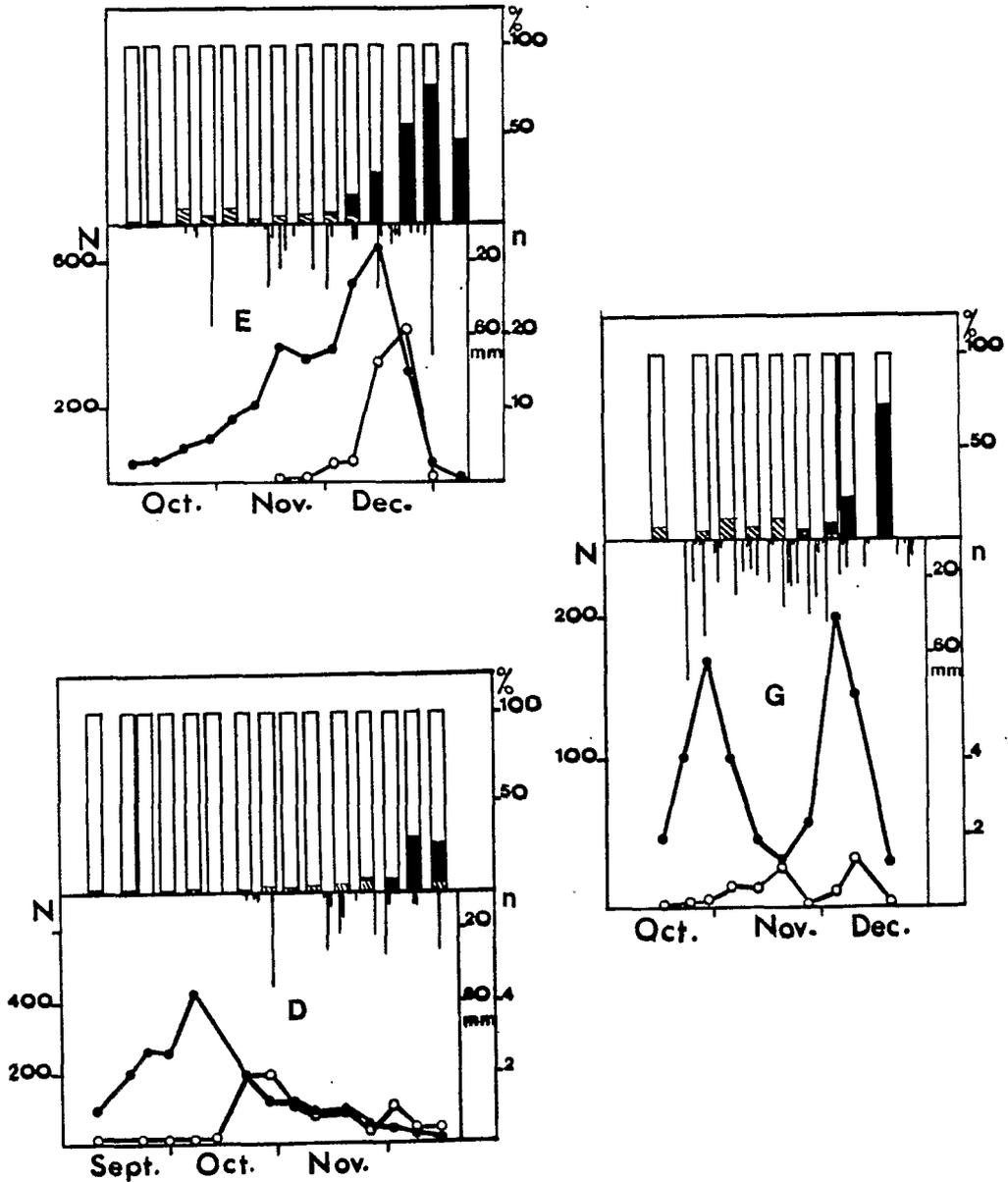


Fig. 2. Variations des nombres moyens, par apex de manioc, de la cochenille *P. manihoti* (N) (tous stades confondus), de la coccinelle *E. flaviventris* (n) (larves + nymphes), en regard de l'évolution des taux de cochenilles saines (□), mortes de mycose (■) et parasitées (▨) et de la pluviométrie. Parcelle D de Mantsoumba échantillonnée entre le 10 septembre et le 15 décembre 1986. Parcelle E de Mantsoumba échantillonnée entre le 7 octobre 1986 et le 8 janvier 1987. Parcelle G de Mantsoumba échantillonnée entre le 15 octobre et le 15 décembre 1987.

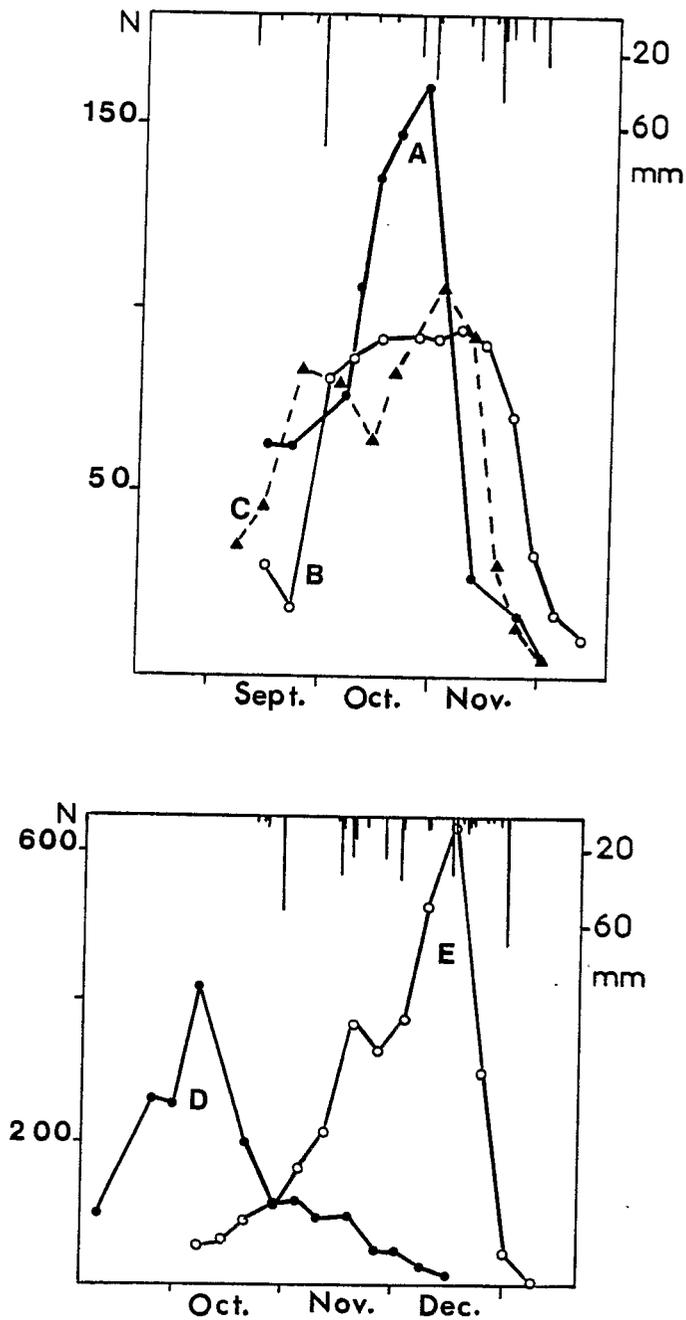


Fig. 3. Variations des nombres moyens, par apex de manioc, de la cochenille *P. manihoti* tous stades confondus entre le 7 septembre et le 30 décembre 1986 dans les parcelles A, B et C de Kombé et dans les parcelles D et E de Mantsoumba, en regard de la pluviométrie.

et une centaine (parcelle F) d'individus. Les agents biologiques associés (parasitoïde, coccinelle, entomopathogène) n'ont été retrouvés que dans la parcelle F en très faible nombre (moins de 30 individus sur près de 8 mois).

INFLUENCE DE LA PLUVIOMÉTRIE (tableau 1 et figure 1)

Dans notre étude, la phase d'augmentation des nombres moyens de cochenille/apex, tous stades confondus, à l'exception de la parcelle D de Mantsoumba, dure près de 3 mois. Les effectifs sont alors compris entre 25 et 80 cochenilles/apex selon la parcelle. Le phénomène s'amplifie avec l'arrivée des pluies. Les effectifs maximaux, 2 (parcelle B) à 16 fois (parcelle F) plus importants qu'en fin de saison sèche sont observés 30 (parcelle A) à 50 jours (parcelle E) après la 1^{re} pluie (fig. 1A et 2E). Les brutales variations d'effectifs de la cochenille (aussi bien les augmentations que les diminutions) semblent par conséquent liées au début de la saison des pluies.

Afin d'essayer de préciser l'influence éventuelle de la pluviométrie, nous avons comparé pour une période donnée d'augmentation ou de diminution des effectifs de la cochenille, la hauteur des précipitations, leur nombre et leur intensité moyenne (tableau 1). Dans le cas des parcelles contiguës D et E (elles ont reçu les mêmes précipitations importantes : 243,2 mm du 21 octobre au 15 décembre (12 pluies en 42 jours), nous constatons respectivement une diminution de 98 cochenilles/apex et une augmentation de 593 cochenilles/apex. De même pour les parcelles A et B, distantes de 200 m, nous observons entre le 25 octobre et le 11 novembre, respectivement une diminution de 160 cochenilles et une stagnation des effectifs (+ 2,7 cochenilles), pour une pluviométrie de 67,7 mm (5 pluies en 13 jours). Les coefficients de corrélation entre les variations d'effectifs de la cochenille et les différents paramètres de la pluviométrie ne sont pas significatifs ($P < 0,05$).

TABLEAU 1

Variations, pour une période donnée d'augmentation ou de diminution, des effectifs de P. manihoti en regard des caractéristiques des précipitations (hauteur, intensité et nombre)

Références Parcelle	Durée d'observation (jours)	Variation du nombre moyen cochenilles/apex	Hauteur des précipitations (mm)	Nombre de précipitations	Intensité moyenne (mm/h)
A	21	120	84	6	14
A	13	- 160	67,7	5	13,5
B	21	105	84	6	14
B	13	2,7	67,7	5	13,5
B	28	- 127	133,3	7	19
C	14	95	101,5	7	14,5
C	13	- 1,3	67,7	5	13,5
C	28	- 87	133,3	7	19
D	28	312	0	0	0
D	14	- 300	7,6	3	2,5
D	42	- 98	243,2	12	20,3
E	42	593	243,2	12	20,3
E	14	- 596	187,9	12	15,7
F	28	- 783	139	10	13,9
F	35	670	136,9	10	13,7
G	14	- 160	47,7	5	9,5
G	14	165	98,1	4	24,5

ENNEMIS NATURELS

Prédateurs

Nous avons observé un grand nombre de prédateurs. Les plus fréquents sont des Diptères Cecidomyiidae (*Coccodiplosis citri* Barnes ; *Dicrodiplosis sp.* et *Lestodiplosis* proche d'*aonidiellae*), des Diptères Syrphidae (*Allograpta nasuta* Macq. ; *Allobacha eclara* Curran), des Lépidoptères Lycaenidae (*Spalgis lemoleo* Druce), des Hémiptères Anthocoridae (*Cardiasthetus exiguus* Poppius), des Coléoptères Coccinellidae (*Exochomus flaviventris* Mader, *Hyperaspis senegalensis hottentota* Mulsant).

La plupart sont observés de façon sporadique dans telle ou telle parcelle et exercent probablement une action négligeable. Seul *E. flaviventris* est présent dans toutes les parcelles étudiées, mais ses effectifs dépassent rarement 2 individus (tous stades confondus) par tige, par conséquent, son impact régulateur peut être suspecté faible. Toutefois, dans la parcelle E où il atteint 21 individus (tous stades confondus) par tige, le 23 décembre il pourrait être en partie responsable de la chute brutale des effectifs de la cochenille. Par ailleurs, nous constatons que le pourcentage d'apex hébergeant des coccinelles ainsi que le nombre moyen de coccinelles sont corrélés avec la densité du ravageur ($r = 0,336$ et $0,412$; $ddl = 28$, $P < 0,05$).

Parasitoïdes

Nous avons trouvé 1 seule espèce de parasitoïde primaire, *Epidinocaris lopezi* et 8 espèces d'hyperparasitoïdes. *E. lopezi* est présent dans toutes les parcelles, durant toute la période de gradation de la cochenille. Les taux maxima de parasitisme par *E. lopezi* sont compris entre 6,1 (parcelle C) et 18 % (parcelle A). Le pourcentage d'apex hébergeant le parasitoïde ainsi que le pourcentage de parasitisme ne sont pas corrélés avec la densité du ravageur ($r = 0,157$ et $-0,137$; $ddl = 28$, $P < 0,05$).

Pathogène

Le champignon, *Neozygites fumosa* est présent dans toutes les parcelles. Son intervention tardive, en relation avec l'apparition d'une humidité relative toujours supérieure à 80 %, coïncide avec la chute rapide des effectifs de la cochenille, en fin de gradation. A l'exception des parcelles A et D (taux de mortalité respectifs 26 et 25 %), les taux de mycose sont relativement élevés. Ainsi, les mortalités maximales occasionnées par la mycose sont comprises entre 55 et 98 % respectivement dans les parcelles C et F.

ETAT PHYSIOLOGIQUE DU MANIOC

La saison sèche, plus longue à Mantsoumba (4 mois) qu'à Brazzaville (3 mois) se traduit par un redémarrage végétatif plus tardif (1 mois plus tard) à Mantsoumba. Il coïncide dans les 2 localités (exception faite de la parcelle D) avec le début de la gradation.

Les effectifs maximaux de cochenilles sont observés début novembre à Brazzaville et début décembre à Mantsoumba (exception faite de la parcelle D), soit un mois plus tard.

Par 2 fois, début octobre et début novembre, respectivement dans les parcelles D et G de Mantsoumba, une brutale diminution des effectifs de la cochenille correspond au dessèchement des sommités de manioc.

Les 3 parcelles qui présentent le meilleur état sanitaire (E, D et F) sont celles où se sont développées les pullulations les plus spectaculaires.

DISCUSSION

A Kombé, l'allure générale des gradations observées en 1986 (parcelle A, B et C) est comparable à celle rapportée, sur le même site, par **Fabres** (1981), **Biassangama** (1984), **Le Rü** (1984, 1986b) et **Fabres & Le Rü** (1988). Elle révèle la constance du niveau des pullulations depuis 9 ans dans cette localité. Les effectifs maximaux observés dans les parcelles d'étude entre 1979 et 1982 étaient compris entre 70 et 163 cochenilles/apex respectivement en 1979 et 1982. En 1986, ils sont compris entre 117 (parcelle B) et 200 cochenilles/apex (parcelle A). Dans les 2 autres localités (Brazzaville et Mantsoumba), à l'exception de la parcelle G, les effectifs sont 2 à 3 fois plus importants qu'à Kombé avec un effectif maximum de 759 cochenilles/apex dans la parcelle F. Les différences d'effectifs entre parcelles semblent davantage liées à leur état sanitaire qu'à la localité. En effet, les 3 parcelles qui présentent le meilleur état sanitaire (E, D et F) sont celles où se développent les plus importantes gradations ; dans la parcelle G, dont l'état sanitaire est semblable à celui des parcelles de Kombé, l'effectif maximum (206 cochenilles/apex) est comparable à ceux des parcelles de Kombé.

D'une manière générale, les effectifs maximaux sont atteints 1 à 2 mois après les premières pluies, fin octobre début novembre à Brazzaville et début décembre à Mantsoumba. Dans 4 cas seulement sur 15 observations, dans la parcelle D, en 1979 (**Fabres**, 1981) et en 1981 (**Fabres & Le Rü**, 1988), le pic de pullulation a été observé en saison sèche. Ces observations contredisent celles faites au Zaïre et au Nigéria par **Ezumah & Knight** (1978), **Leuschner** (1978), **Nwanze et al.** (1979), **Lema & Herren** (1985) et **Hammond et al.** (1987) qui considèrent que la pullulation du ravageur est de règle en saison sèche.

1) Les brutales variations d'effectifs de la cochenille ne semblent pas directement liées au régime des précipitations. Plus précisément, l'effet mécanique des pluies ne pourrait être considéré comme le facteur clef du maintien des populations de la cochenille à un niveau très bas en saison des pluies, contrairement à ce que rapport **Nwanze et al.** (1979), **Fabres** (1981) et **Neuenschwander** (comm. pers.), puisque nous n'observons aucune corrélation entre les paramètres caractérisant la pluie et les variations d'effectifs de la cochenille.

2) Malgré une grande diversité (21 espèces), l'impact des prédateurs ne semble pas s'être modifié par rapport à 1979-80 : la coccinelle *E. flaviventris* reste le prédateur le plus actif.

L'acclimatation du parasitoïde exotique *E. lopezi* (**Herren et al.**, 1987 ; **Iziquel & Le Rü**, 1989) a provoqué une importante modification du complexe parasitaire qui est passé à 9 espèces dont un seul parasitoïde primaire. Le parasitoïde primaire local, *Anagyrus* sp. (*Hym.* : *Encyrtidae*), observé jusqu'en 1983, n'a pu être retrouvé en 1986 et 1987. L'acclimatation s'est également traduite par une augmentation des taux de parasitisme par un facteur 2 à 3. Il convient de préciser que le taux de parasitisme ne permet d'apprécier que la mortalité liée à la reproduction du parasitoïde. **Neuenschwander & Madojemu** (1986), **Löhr et al.** (1988) ont montré que les piqûres nutritionnelles et les mutilations (insertion de l'ovipositeur) étaient responsables de 11 à 34 % de mortalité de la cochenille en conditions expérimentales. Malgré tout, l'acclimatation d'*E. lopezi* ne semble pas affecter significativement la dynamique des populations de la cochenille. Notre étude révèle, en effet, la constance des pullulations depuis 9 ans et on observe encore couramment 5 ans après son introduction dans tout le Sud du Congo, des effectifs supérieurs à 150-200 cochenilles/tige ; des effectifs de 600-700 cochenilles ne sont pas rares (**Le Rü**, résultats non publiés). Le faible impact d'*E. lopezi* au Congo s'expliquent peut être par la forte mortalité (60 à 70 %) due aux hyperparasites (**Iziquel & Le Rü**, 1989). Par ailleurs, **Nenon et al.** (1988), ont mis en évidence des taux d'encapsulment très variables de 5 à 45 % selon l'intensité du parasitisme. Enfin, contrairement aux observations faites en 1986 par **Neuenschwander et**

al. (1989), au Ghana et en Côte d'Ivoire, nos résultats montrent qu'*E. lopezi* est incapable de réagir à une forte augmentation de densité du ravageur.

La chute brutale des effectifs de la cochenille en fin de gradation ne peut qu'exceptionnellement et partiellement être attribuée aux entomophages. En effet, durant toute la gradation les pourcentages globaux de parasitisme restent généralement stationnaires ou en baisse et les nombres de coccinelles restent faibles. La réponse numérique d'*E. flaviventris* est trop faible et surtout trop tardive. Nos observations diffèrent de celles faites au Nigéria par Neuenschwander *et al.* (1986) ; Herren *et al.* (1987) et Neuenschwander & Herren (1988), basées sur des observations toutes postérieures aux lâchers du parasitoïde. En effet, 5 ans après l'introduction et l'acclimatation d'*E. lopezi* au Nigéria, ces auteurs lui attribuent une importante réduction du niveau des pullulations de la cochenille.

3) La mycose à *N. fumosa* est présente dans toute la zone de culture du manioc au Congo. En fin de gradation, la synchronisme entre la diminution du pourcentage de cochenilles vivantes et l'augmentation de celui des cochenilles mortes de mycose, met en évidence une relation entre les densités de l'entomopathogène et de la cochenille. Dans les parcelles A et D où l'incidence du pathogène est la plus faible, nous avons enregistré respectivement des taux maxima de 26 et 25 % de cochenilles mortes de mycose pour des taux maxima de parasitisme de 18 et 6 % et seulement 1 et 2 coccinelles (tous stades confondus) par parcelle. L'activité tardive de ce pathogène, sur des populations de cochenilles importantes le rend cependant peu efficace comme agent de lutte biologique.

Il faut remarquer ici que les taux de cochenilles mortes de mycose ne sont appréciés que par le nombre de cochenilles manifestant des symptômes apparents de mycose.

Comme les pluies éliminent préférentiellement la fraction mycosée de la population (Le Rü, 1986b) et que la fréquence des comptages est faible par rapport à la durée du cycle du champignon (4 jours), on peut envisager une sous-estimation de l'importance de la mycose.

4) Plusieurs de nos observations soulignent l'influence de l'état physiologique du manioc sur la dynamique des populations de la cochenille. Ainsi, les plus fortes pullulations se développent dans les parcelles où la plante présente le plus de vigueur. Enfin, la saison sèche enregistrée à Mantsoumba, qui dure 1 mois de plus qu'à Brazzaville, retarde d'un mois le redémarrage végétatif de la plante. Ce décalage se retrouve dans la phase de pullulation finale des cochenilles.

A 2 reprises, nous avons observé à Mantsoumba une brutale augmentation des effectifs de la cochenille, suivie d'un dessèchement des sommités de manioc en pleine saison sèche (parcelle D) et en début de saison des pluies (parcelle G). Ce dessèchement des sommités, suivi d'un redémarrage végétatif qui s'accompagne d'une 2^e pullulation dans la parcelle G, donne une courbe des dénombrements de type bimodal. Ce type de courbe, déjà observé en 1981 (Fabres & Le Rü, 1988) n'est semble-t-il observé que dans des parcelles de 2 ans. Les parts respectives du déficit hydrique de la plante et des fortes populations du ravageur, dans l'origine du dessèchement paraissent difficile à dissocier.

Ces observations montrent, que les brutales augmentations d'effectifs de la cochenille coïncident avec de profondes modifications de la physiologie de la plante (dessèchement des sommités de manioc en saison sèche, poussée de sève en début de saison des pluies).

CONCLUSION

La dynamique des populations de la cochenille en 1986 et 1987, reste globalement inchangée par rapport à 1979, malgré l'introduction et l'installation, en 1982, du parasitoïde néotropical *E. lopezi*. La physiologie du manioc semble jouer un rôle important sur la dynamique des populations du ravageur.

L'incidence des conditions culturales sur les relations trophiques entre *M. esculenta* et *P. manihoti* est d'ores et déjà entreprise. Cette étude devrait permettre de rechercher des méthodes de lutte agronomique qui viendraient en appui de la lutte biologique.

REMERCIEMENTS

Nous remercions **V. Labeyrie** et **P. Neuenschwander** pour leurs critiques et suggestions lors de la mise au point de ce manuscrit.

SUMMARY

Variations in the abundance of the cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti*, before and after the introduction into the Congo in 1982 of a mealybug parasitoid, *Epidinocarsis lopezi* (Hym. Encyrtidae), obtained from America.

A detailed study in the Congo of the population dynamics and of the regulating factors of the cassava mealybug *Phenacoccus manihoti* five years after the introduction of the exotic parasitoid *Epidinocarsis lopezi* reveals the persistence of the outbreaks of this pest for the last nine years. Peak populations are observed particularly at the beginning of the rainy season.

It has not been possible to show any correlation between parameters describing rains and the variation in the number of mealybugs. Our observations confirm that the Entomophthorale *Neozygites fumosa* is principally responsible for the reduction of the pest. The impact of the mealybug predators doesn't seem to be modified since 1979: the ladybird *Exochomus flaviventris* remains the more active predator. The parasitoid *E. lopezi*'s acclimatation can be noticed by an increase of the parasitism level through a factor 2 to 3. However it has not permitted to modify the importance of the mealybug swarms. The abrupt increase in the number of mealybugs at the beginning of the rainy season is attributed to strong changes in the physiology of the host plant.

KEY-WORDS: *Phenacoccus manihoti*, *Manihot esculenta*, Entomophthorale, parasitoid, predator, plant-insect relationship, rainfall.

Reçu le 8 janvier 1990 ; Accepté le 23 avril 1990.

BIBLIOGRAPHIE

- Biassangama, A.** — 1984. Etude du parasitisme des cochenilles Pseudococcidae par les Hyménoptères Encyrtidae. — *Thèse de doctorat de 3^e cycle, Université de Rennes 1*, 190.
- Ezumah, H. C. & Knight, A.** — 1978. Some notes on the mealybug, *Phenacoccus manihoti* Mat. Ferr. incidence on manioc (*Manihot esculenta*) in Bas-Zaïre. In : Proceedings of the Intern. Workshop on the Cassava Mealybug, *Phenacoccus manihoti* Mat. Ferr. (*Pseudococcidae*) M'Vuazi, Zaïre, June 26-29, 1977 (K. F. Nwanze & R. Leuschner, eds.), 7-13.
- Fabres, G.** — 1981. Première quantification du phénomène de gradation des populations de *Phenacoccus manihoti* [Hom. : *Pseudococcidae*] en République populaire du Congo. II. Variations d'abondance et facteurs de régulation. — *Agron. trop.*, 36, 369-377.
- Fabres, G. & Matile-Ferrero, D.** — 1980. Les entomophages inféodés à la cochenille du manioc, *Phenacoccus manihoti* [Hom. : *Coccoidea Pseudococcidae*] en République populaire du Congo. I. Les composantes de l'entomocénose et leurs inter-relations. — *Ann. Soc. Entomol. Fr. N.S.*, 16, 509-515.

- Fabres, G. & Le Rü, B. — 1988. Etude des relations plante-insecte pour la mise au point de méthodes de régulation des populations de la cochenille du manioc. — Résumés des communications présentées au VII^e Symposium of the International Society for tropical Root Crops (Guadeloupe), 1-6 juillet 1985 (I.N.R.A., ed.) Paris.
- Hammond, W. N. O., Neuenschwander, P. & Herren, H. R. — 1987. Impact of the exotic parasitoid *Epidinocarsis lopezi* on cassava mealybug (*Phenacoccus manihoti*) populations. — *Insect. Sci. Applic.*, 8, 4/5/6, 887-891.
- Herren, H. R., Neuenschwander, P., Hennesey, R. D. & Hammond, W. N. D. — 1987. Introduction and dispersal of *Epidinocarsis lopezi* [Hym.: Encyrtidae], an exotic parasitoid of the cassava mealybug *Phenacoccus manihoti* [Hom.: Pseudococcidae] in Africa. — *Agric., Ecosyst. & Environ.*, 19, 131-144.
- Iziquel, Y. & Le Rü, B. — 1989. Influence de l'hyperparasitisme sur les populations d'un Hyménoptère Encyrtidae, *Epidinocarsis lopezi*, parasitoïde de la cochenille du manioc *Phenacoccus manihoti* introduit au Congo. — *Entomol. Exp. Appl.*, 52, 239-247.
- Kraaijeveld, A. R. & van Alphen, J. J. M. — 1986. Host-stage selection and sex allocation by *Epidinocarsis lopezi* [Hymenoptera: Encyrtidae], a parasitoid of the cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti* [Homoptera: Pseudococcidae]. — *Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent*, 51/3a, 1067-1078.
- Lema, K. M. & Herren, H. R. — 1985. Release and establishment in Nigéria of *Epidinocarsis lopezi* a parasitoid of the cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti*. — *Entomol. Exp. Appl.*, 38, 171-175.
- Le Rü, B. — 1984. Contribution à l'étude de l'écologie de la cochenille du manioc, *Phenacoccus manihoti* [Hom.: Pseudococcidae] en République populaire du Congo. — *Thèse de 3^e cycle, Paris XI (Orsay)*, 118 p.
- Le Rü, B. — 1986a. Etude de l'évolution d'une mycose à *Neozygites fumosa* [Zygomycètes. Entomophthorales] dans une population de la cochenille du manioc, *Phenacoccus manihoti* [Hom.: Pseudococcidae]. — *Entomophaga*, 31, 79-89.
- Le Rü, B. — 1986b. The role of *Neozygites fumosa* in regulation of cassava mealybug populations. In: Proc. 4th Intern. Colloquium of Invertebrate Pathology. 'Koningshof' Veldhoven, 18-22 August 1986; Netherlands.
- Le Rü, B. & Iziquel, Y. — 1990. Nouvelles données sur le déroulement de la mycose à *Neozygites fumosa* sur la cochenille du manioc *Phenacoccus manihoti*. — *Entomophaga*, 35, 173-183.
- Leuschner, K. — 1978. Preliminary observations on the mealybug [Hemiptera Pseudococcidae] in Zaïre and a projected outline for subsequent work. In Proc. of an Intern. Workshop on the cassava mealybug *Phenacoccus manihoti* Mat. Ferr. [Pseudococcidae] M^oVuazi, Zaïre. June 26-29, 1977 (K. F. Nwanze & K. Leuschner, eds.), 15-19.
- Löhr, B., Neuenschwander, P., Varela, A. M. & Santos, B. — 1988. Interactions between the female parasitoid *Epidinocarsis lopezi* De Santis [Hym.: Encyrtidae] and its host, the cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero [Hom.: Pseudococcidae]. — *J. Appl. Entomol.*, 105, 403-412.
- Nenon, J. P., Guyomard, O. & Hemon, G. — 1988. Encapsulation des œufs et des larves de l'Hyménoptère Encyrtidae *Epidinocarsis* (= *Apoanagyrus*) *lopezi* par son hôte Pseudococcidae *Phenacoccus manihoti*; effet de la température et du superparasitisme. — *C.R. Acad. Sci. Paris*, t. 306, série III, 325-331.
- Neuenschwander, P. & Madojemu, E. — 1986. Mortality of the cassava mealybug *Phenacoccus manihoti* Mat-Ferr. [Hom.: Pseudococcidae] associated with an attack by *Epidinocarsis lopezi* [Hym.: Encyrtidae]. — *Mitt. Schweiz. Entomol. Ges.*, 59, 57-62.
- Neuenschwander, P. & Herren, H. R. — 1988. Biological control of the cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti* by the exotic parasitoid *Epidinocarsis lopezi* in Africa. — *Phil. Trans. R. Soc. Lond.*, B 318, 319-333.
- Neuenschwander, P., Schulthess, F. & Madojemu, E. — 1986. Experimental evaluation of the efficiency of *Epidinocarsis lopezi*, a parasitoid introduced into Africa against the cassava mealybug *Phenacoccus manihoti*. — *Entomol. Exp. Appl.*, 42, 133-138.

- Neuenschwander, P., Hammond, W. N. O., Gutierrez, A. P., Cudjoe, A. R., Adjakloe, R., Baumgärtner, J. U. & Regev, U. — 1989. Impact assessment of the biological control of the cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero [Hemiptera : Pseudococcidae], by the introduced parasitoid *Epidinocarsis lopezi* (De Santis) [Hymenoptera : Encyrtidae]. — *Bull. Entomol. Res.*, 79, 579-594.
- Nwanze, K. F. — 1982. Relationships between cassava root yields and infestations by the mealybug, *Phenacoccus manihoti*. — *Trop. Pest Manage.*, 28, 27-32.
- Nwanze, K. F., Leuschner, K. & Ezumah, H. C. — 1979. The cassava mealybug, *Phenacoccus* sp. in the republic of Zaïre. — *PANS*, 25, 125-130.
- Schulthess, F., Baumgärtner, J. U. & Herren, H. R. — 1989. Sampling *Phenacoccus manihoti* in cassava fields in Nigeria. — *Trop. Pest Manage.*, 35, 193-200.