



BIOÉCOLOGIE DE LA COCHENILLE DU MANIOC (*PHENACOCCLUS MANIHOTI* HOM *PSEUDOCOCCIDAE*) EN REPUBLIQUE POPULAIRE DU CONGO

I — Cycle évolutif et paramètres biologiques*

G. FABRES**, J. BOUSSIENGUE***

RESUME : *Phenacoccus manihoti* est une nouvelle espèce, d'origine sud américaine, récemment introduite en Afrique Centrale où elle cause d'importants dégâts sur manioc. L'élevage de la cochenille au laboratoire et sur le terrain nous a permis de préciser ses paramètres bioécologiques. Le temps de développement des différents stades, la longévité et la fécondité des femelles ainsi que le taux intrinsèque de croissance ont été définis. L'influence des facteurs température et hygrométrie est analysée. Une étude de terrain conduite pendant une année climatique a permis de mesurer l'influence des facteurs saisonniers sur le développement du ravageur et de suivre la succession de ses générations.

Mots-clefs : Cochenille du manioc ; *Phenacoccus manihoti* ; cycle évolutif ; caractéristiques bioécologiques ; génération ; reproduction potentiel ; capacité de croissance ; Congo.

INTRODUCTION

La cochenille du manioc, *Phenacoccus manihoti* MATILE-FERRERO, est d'introduction récente dans les pays de l'Afrique Centrale. Elle fut signalée au Congo pour la première fois par SYLVESTRE (1972) et à la même époque par HANH et WILLIAMS (1973) au Zaïre. Elle semble depuis avoir colonisé les plantations de l'Angola, du Gabon, du Nigéria, de la République Centrafricaine et du Sénégal.

Les dégâts provoqués par la cochenille au cours de la saison sèche sont spectaculaires. Ils se caractérisent par un net ralentissement de la croissance apicale, une chute prématurée des feuilles colonisées et la mort des jeunes manioc. La majorité des plants reprend cependant un cycle végétatif normal dès l'arrivée des premières pluies mais la pullulation du *Pseudococcidae* se solde par une perte en matériel foliaire, consommé localement, et par une réduction de la production de tubercules.

Malgré l'extension rapide du ravageur et l'importance économique des dégâts qui lui sont attribués, la biologie de *P. manihoti* reste encore mal connue. Les tra-

voux qui lui ont été jusqu'ici consacrés sont surtout orientés vers les problèmes de lutte biologique par introduction d'entomophages et vers la sélection de variétés résistantes (EZUMAH & KNIGHT, 1978 ; LEUSHNER, 1978). Ces auteurs soulignent que la pullulation du ravageur est de règle en saison sèche et s'accordent pour voir dans les précipitations de la saison des pluies, le facteur clef de la régulation des populations de *Pseudococcidae*. Seuls, NWANZE, LEUSCHNER et EZUMAH (1979) ont entrepris une étude du cycle biologique au laboratoire.

La connaissance des caractéristiques bioécologiques de la cochenille ainsi que celle de leurs fluctuations sous l'effet des facteurs physiques de l'environnement est pourtant fondamentale pour l'interprétation des mécanismes de variation d'abondance du ravageur dans la nature et la mise au point de méthodes biologiques pour la régulation de ses populations. Aussi, parallèlement à un travail sur l'entomofaune parasitaire et prédatrice (FABRES, 1980 a et b) nous avons entrepris une étude du cycle évolutif de *P. manihoti* et des paramètres de son développement en conditions contrôlées et dans la nature. Les résultats acquis font l'objet de cette première note.

ORSTOM.

* La deuxième partie de cette étude sera publiée dans un prochain numéro de l'Agronomie Tropicale.

** FABRES (G.) — Entomologiste, maître de recherches de l'ORSTOM, Centre de Brazzaville, République Populaire du Congo.

*** BOUSSIENGUE (J.) — Elève entomologiste à l'ORSTOM Brazzaville.

Travail réalisé dans le cadre des programmes de lutte contre les ravageurs du manioc en République Populaire du Congo. Avec la collaboration technique de MM. KIYINDOU (A.) et EPOUNA-MOUMINGA (S.), Techniciens de la Recherche Scientifique Congolaise.

Fonds Documentaire

N° : 82/81/01384 2x1

Cote : B.

Date : 18 MAI 1982

GENERALITES SUR *P. MANIHOTI*

C'est une espèce nouvelle, récemment décrite à partir d'échantillons en provenance d'Afrique inter-tropicale (MATILE-FERRERO, 1977). Elle est originaire du nouveau monde (retrouvée au Brésil et en Guyane) où ses populations sont naturellement régulées.

La femelle de forme ovoïde et de couleur rosée est recouverte d'une pruinosité finement granuleuse. Des glandes périphériques secrètent des filaments cireux rayonnants relativement courts (photo). Quatre stades de développement successifs peuvent être observés, le L4 étant la femelle mûre. Les trois stades préimaginaux se distinguent les uns des autres par des caractères microscopiques et par la taille qui varie de 1 à 2,7 mm.

La femelle se reproduit par parthénogénèse thélytoque. Les œufs sont déposés dans un ovisac dont la taille augmente au fur et à mesure de la ponte. Les larves néonates sont mobiles et assurent la colonisation active ou passive des plants sains. Les colonies se développent surtout sur la partie apicale du végétal où elles forment des amas cireux recouverts de gouttelettes de miella. La colonisation du plant se poursuit par l'installation de la population sur la surface inférieure des feuilles, le long des nervures et sur le limbe.

MATERIEL, METHODES ET TECHNIQUES D'ELEVAGE

Nous avons utilisé des jeunes plants de manioc en pots, de la variété «m'pembe», au stade deux premières feuilles épanouies. Une quinzaine de plants sont exploités simultanément pour l'étude de chaque génération de la cochenille. Les feuilles sont isolées les unes des autres par un anneau de glu à la base du pétiole afin de limiter la dispersion des jeunes larves. Le matériel végétal est placé à l'extérieur, en conditions thermiques et hygrométriques ambiantes, mesurées par thermohygrographe. Une ombrière protège les infestations de l'influence mécanique de la pluie et une mous-seline fine de l'action des prédateurs. Pour les études d'autoécologie destinées à apprécier le rôle de la température et de l'hygrométrie, nous avons utilisé des enceintes et une pièce d'élevage où ces conditions peuvent être contrôlées.

L'infestation initiale se fait à partir de femelles en phase de ponte prélevées dans la nature ou dans l'élevage de masse. Trois femelles sont déposées sur chaque feuille après élimination de leur ovisac. Au bout de 4 à 5 heures, les femelles sont retirées ainsi qu'une partie des œufs. Cinq à dix sont laissés en place. Compte tenu de la mortalité embryonnaire préimaginale et de la disparition d'un certain nombre de larves mobiles, on obtient ainsi sur chaque feuille au moins une femelle ayant accompli la totalité de son cycle de développement et de ponte.

Des observations périodiques permettent d'étudier les principaux paramètres du cycle biologique : temps de développement des différents stades, longévité de la femelle et fécondité. La mortalité, embryonnaire et post embryonnaire, relativement faible, sera elle aussi évoquée à l'occasion des études d'autoécologie.

DUREE DU DEVELOPPEMENT

DANS LES CONDITIONS NATURELLES

Six générations successives ont été suivies au cours de deux périodes climatiquement différentes : de novembre à juillet nous passons en effet de la saison chaude et pluvieuse à la saison sèche et fraîche. Les températures moyennes mensuelles fluctuent entre 24 et 27° avec des valeurs absolues extrêmes de 20 à 35°. Les hygrométries relatives moyennes mensuelles varient entre 75 et 80 pour cent avec des extrêmes absolus de 100 et 50 pour cent (fig. 1). Les résultats de cette étude font l'objet du tableau I.

La durée moyenne du développement de la cochenille, depuis le dépôt des premiers œufs jusqu'au début de la ponte de la génération fille est de 33,4 jours \pm 0,6. Cette valeur varie selon les conditions saisonnières avec des extrêmes de 30,4 \pm 0,5 en saison chaude et humide, puis de 42 \pm 1,1 en saison fraîche et sèche.

Tous les stades de développement sont sensibles à l'influence des facteurs thermiques et hygrométriques saisonniers (fig. 1). La température est certainement le principal responsable de l'accélération du développement de tous les stades au cours de la saison chaude et humide. Cependant, l'influence de l'hygrométrie relative n'est pas à exclure. Des valeurs extrêmes de 50 pour cent sont susceptibles de participer, associée à des températures basses, au ralentissement du développement en saison sèche comme cela a été montré chez les Diaspines (FABRES, 1979).

EN CONDITIONS CONTRÔLEES

Cette première approche globale du rôle de la température sur la vitesse de développement de la cochenille appelle une étude plus fine en conditions thermiques contrôlées.

Pour le temps d'incubation, les œufs sont placés dans de petites cellules d'élevage, sur papier filtre imbibé d'eau qui maintient l'hygrométrie relative à des valeurs proches de la saturation. Des températures constantes de 20, 25, 30 et 34°C sont testées en incubateur. Pour le temps de développement des différents stades fixés sur feuille de manioc, l'hygrométrie maintenue constante par nébulisation d'eau est fixée à 75 pour cent et les températures stabilisées à 25° puis à 27° correspondant aux valeurs moyennes des mois frais et chauds.

Les pourcentages d'éclosion les plus élevés s'observent à une température de 27° (H.R. = 100 pour cent), les valeurs thermiques plus fortes ou plus faibles provoquent une mortalité embryonnaire (tableau II). Les temps d'incubation les plus courts sont obtenus à 34° (6,3 jours contre 17,8 jours à 20°). La comparaison de ces résultats aux données du tableau I, montre une grande similitude entre les temps de développement embryonnaires à des températures constantes de 25 et 27° et les mêmes temps de développement mesurés dans la nature pour des températures moyennes de 25 et 27° correspondant à des extrêmes absolus de 20 et 35°. On trouve en effet 8,1 jours dans les deux cas pour 25°, puis 9,5 et 10,1 jours à 27° sur le terrain et au laboratoire respectivement. Cette observation valorise nos expérimentations à températures constantes et justifie l'utilisation des données de laboratoire pour l'interprétation des mécanismes écologiques de plein champ.

Le temps de développement post-embryonnaire le plus court, obtenu sous ombrière dans les conditions extérieures, est celui de la génération IV soumise à des températures moyennes de 27° (fig. 1). Au laboratoire, pour cette même température constante, nous obtenons une durée de développement de l'œuf à l'œuf de 28 ± 09 jours. A une température constante de 25° — ce qui correspond à la génération I soumise à des températures moyennes de 25°,2 — on enregistre un temps de développement de $31,7 \pm 1,1$ jours (tableau III). Notons à nouveau la similitude des résultats obtenus à température constante et à températures variables autour de la moyenne équivalente : pour 25° moyen et constant 32,5 et 31,7 respectivement ; pour 27°, 30,4 et 28,09.

La durée du développement de *P. manihoti* dans les conditions climatiques les plus courantes peut être définie comme suit : 33,4 jours en moyenne dans la nature ; de 30,4 à 42 jours selon les variations thermiques saisonnières ; pouvant être réduite à 28 jours à une température constante de 27°. Notons à titre de comparaison que NWANZE et al. ont obtenu une durée de développement de 26 jours (21-30) à une température moyenne de 25°.

Une étude d'autoécologie fine faisant intervenir des températures constantes de 20 à 40 ° devrait ultérieurement compléter le présent travail. Elle nous fournira des informations sur la modification du paramètre «durée du développement» sous l'effet des températures extrêmes que l'on peut enregistrer sur le terrain au cours de la saison fraîche et de la saison chaude.

LONGEVITE ET FECONDITE DES FEMELLES

Ces deux paramètres que l'on peut préciser expérimentalement, ont une grande importance pour les études de dynamique des populations. Ils permettent

en effet de calculer un indice caractéristique de l'accroissement d'une population et de mesurer ses variations sous l'influence des facteurs de l'environnement. C'est le trait d'union entre la biologie de l'individu telle qu'on peut l'étudier au laboratoire et les variations d'abondance de ses populations dans le milieu naturel.

De nombreux travaux ont été consacrés à la recherche d'un indice relativement simple à calculer à partir de données expérimentales. GUTIERREZ (1976) fait à ce sujet une mise au point qui convient parfaitement à notre propos et dont nous nous inspirerons pour le commentaire qui suit.

Après les travaux de LOTKA, BIRCH (1948) décrit la méthode de calcul d'un taux intrinsèque d'accroissement : r_m («intrinsic rate of increase») d'une population. Plus récemment, LANGHLIN (1965) définit une capacité d'accroissement : r_c («capacity of increase») beaucoup plus simple à calculer. Quelle que soit la méthode de calcul proposée, deux types de données expérimentales sont indispensables :

- la probabilité pour les femelles à la naissance d'être en vie à l'âge x lx
- le nombre moyen de femelles produites par une femelle d'âge x pendant l'unité de temps choisi : mx.

Ces valeurs sont fournies par des tables de vie (longévité) et des tables de fécondité, obtenues expérimentalement. Le calcul de la capacité d'accroissement s'effectue comme suit :

$$r_c = \frac{\log_e R_o}{T_c} \text{ avec :}$$

R_o = taux net de reproduction ou taux de multiplication de la population en une génération.

T_c = temps de génération de Laughlin ou âge des femelles au moment où la moitié des œufs femelles a été pondue. Il se détermine graphiquement.

Les tables de vie donnent également par simple lecture la «vie médiane» des femelles ou nombre de jours de survie de 50 pour cent des femelles. Ce paramètre est utile pour comparer l'influence des conditions saisonnières ou expérimentales sur la longévité.

Toutes les cochenilles ne se prêtent pas également à ce type d'étude. Les *Diaspididae* et les *Lecanidae*, protégées par un bouclier qui cache le corps de la femelle et sa ponte, échappent à la mesure précise de la longévité et de la fécondité. Il faut alors recourir à des méthodes indirectes et au calcul d'un «taux d'expansion» beaucoup moins précis (FABRES, 1979).

Chez les *Pseudococcidae* la femelle reste visible ainsi que sa ponte et l'on peut en permanence contrôler sa survie et compter les œufs déposés. *P. manihoti* ajoute à ces avantages le fait d'être une espèce parthénogénétique. Dans les conditions tamponnées du labora-

toute, qui rendent négligeable la mortalité préimaginale, nous pouvons estimer que le nombre des femelles filles issues de la cochenille mère est égal au nombre des œufs pondus et que $R_0 = \sum I_x m_x$.

Ces conditions ont favorisé l'expérimentation que nous avons conduite comme précédemment, sous ombrière et au laboratoire. Les femelles sur lesquelles nous avons travaillé sont celles qui ont permis de définir la durée du développement préimaginal. Dès le dépôt des œufs, les ovisacs sont examinés périodiquement (toutes les 24 heures) pour comptage et élimination des œufs déposés. Les femelles sont considérées comme mortes au moment de l'arrêt définitif de la ponte. Cinq générations ont été suivies sous ombrière et deux au laboratoire.

DANS LES CONDITIONS NATURELLES

En regroupant les données de l'élevage des cinq générations, dont le développement s'échelonne de la saison chaude et pluvieuse à la saison fraîche et sèche, nous avons défini une vie médiane moyenne de 27 jours ainsi qu'une ponte totale moyenne de 624 œufs par femelle (tableau IV). Ces deux paramètres varient en fonction des conditions thermiques qui président au développement de chaque génération : la vie médiane a été ainsi de 26 jours en saison chaude (27°) et de 29 jours en saison fraîche (24°). De même les basses températures ont une action stimulatrice de la fécondité et nous avons comptabilisé 599 œufs en saison chaude contre 673 en saison fraîche (tableau IV).

EN CONDITIONS CONTRÔLÉES

Nous avons étudié ces deux paramètres sur 60 femelles appartenant à deux générations élevées au laboratoire à une température moyenne de 26°C et une hygrométrie de 75 pour cent. Le tableau V donne le détail des tables de vie et de fécondité qui permettent de déterminer le taux net de reproduction (R_0), le temps de génération (T_c) et la capacité d'accroissement (r_c).

Pour une femelle type, élevée dans les conditions précises du laboratoire, le nombre total des œufs pondus est de 590,7. Notons que ce chiffre correspond sensiblement à la fécondité définie lors de l'expérimentation sous ombrière. Pour cette même femelle, la durée totale de vie est de 63 jours et le « temps de génération », correspond au dépôt de 50 pour cent des œufs, est de 40 jours (fig. 2). La capacité d'accroissement selon Laughlin se calcule comme suit : $r_c = \frac{\log_e 590,7}{40} = 0,15$; coefficient, établi pour une population qui se développe dans l'ambiance climatique précédemment décrite.

Ces paramètres nous permettent à présent de définir un profil de croissance des populations de *P. manihoti* en conditions contrôlées et de quantifier l'augmentation de ses effectifs. Pour reproduire expérimentalement la succession des générations de la cochenille,

il nous faut initier une nouvelle génération tous les 40 jours (T_c) et conduire ainsi 9 générations annuelles. Le facteur multiplicateur à appliquer pour le calcul de l'augmentation d'effectif est de 590 (R_0). Au bout d'une année, à partir d'une seule femelle évoluant en conditions écologiques stables, sans limitation d'espace ou de nourriture et avec une mortalité négligeable, on parvient à une population de 908×10^{22} cochenilles.

Il est bien évident que les résultats expérimentaux auxquels nous venons de parvenir doivent être replacés dans un contexte naturel où les facteurs thermo-hygrométriques ne sont pas seuls en jeu. Déjà la connaissance du temps de développement préimaginal et de la durée de vie d'une femelle en phase de ponte, laisse prévoir une juxtaposition des générations successives qu'il n'est pas facile de quantifier. Il nous faut donc intégrer les paramètres étudiés jusqu'ici isolément dans un concept plus général de succession des générations dans les conditions naturelles. Pour cela nous avons conduit une étude sur le terrain au cours de l'année 1979.

SUCCESSION DES GÉNÉRATIONS DANS LA NATURE

Nous avons adopté la méthode mise au point par VASSEUR et SCHVESTER (1957) et utilisée pour les cochenilles diaspines par BENASSY (1961). Elle consiste en un prélèvement périodique d'un échantillon végétal avec numération de la totalité des cochenilles présentes, classées selon leur stade de développement. L'accroissement de la proportion de l'un des stades au sein de la colonie indique le passage à ce stade de la population étudiée.

Cette méthode, mise au point sous des climats tempérés, pour des populations périodiquement homogénéisées par la diapause hivernale, n'est transposable à des climats de type tropical qu'à certaines conditions (FABRES, 1979) :

— Il faut qu'un facteur climatique intervienne périodiquement pour freiner le développement de la cochenille et réaliser un début d'homogénéisation. Dans le cas de *P. manihoti* ce facteur est représenté par les précipitations torrentielles de la saison des pluies qui réduisent les colonies à quelques femelles survivantes.

— Il faut effectuer des comptages très rapprochés dans le temps et analyser le plus finement possible la composition de la colonie. Dans le cas présent, nous avons échantillonné chaque semaine, un ou plusieurs apex bien infestés de façon à effectuer nos comptages sur une population minimale de 500 cochenilles. Les stades de développement L1, L2, L3, L4 et femelle avec ovisac ont été retenus.

— Il est nécessaire enfin de s'accommoder d'un chevauchement des générations et de la présence simultanée de tous les stades évolutifs tout au long de l'année.

L'établissement des courbes chronologiques des pourcentages de chaque stade au sein de la colonie permet une interprétation graphique qui fait l'objet de la fig. 3. Les prélèvements hebdomadaires ont été faits dans les champs traditionnels de la région de Kombé.

Le processus d'homogénéisation par action mécanique de la pluie est particulièrement évident fin novembre 1979 avec disparition totale des colonies (à l'exception de quelques femelles avec ovisac) et arrêt des comptages. Ceux-ci ne reprendront qu'en février de l'année suivante.

Dans l'intervalle de 10 mois qui sépare février de novembre, on peut observer la succession de 7 générations, parfaitement individualisées jusqu'en août, de façon plus confuse au-delà. Entre les mois de novembre et de février, la population est réduite à de petites colonies survivantes qui serviront d'inoculum infestant après l'arrêt des fortes pluies. Si nous estimons à deux le nombre des générations de cette phase critique, nous retrouvons les 9 générations annuelles définies par les expérimentations précédentes.

La représentation graphique de la succession des générations dans la nature permet de mettre à nouveau en lumière le rôle des facteurs saisonniers sur la vitesse du développement. On observe au cours de la période de juin à août un net ralentissement du développement, matérialisé par des pics plus espacés et un allongement du temps de présence de chaque stade à son maximum (fig. 3). Ce phénomène traduit au niveau de la population tout entière l'effet ralentisseur des faibles températures de la saison fraîche.

CONCLUSION

Malgré l'importance économique que revêt le problème de la pullulation de *P. manihoti* dans les plantations de manioc de l'Afrique Centrale, peu de travaux ont été consacrés à la bioécologie de ce ravageur.

L'étude que nous avons conduite nous a permis de préciser les principaux paramètres du développement de la cochenille et de définir les limites de leurs fluctuations sous l'influence des facteurs physiques de l'environnement.

La connaissance des caractéristiques biologiques telles le temps de développement des stades préimaginaux, le potentiel net de reproduction et la vie médiane des femelles permet de quantifier, pour la première fois, la capacité de croissance des populations de la cochenille dans son environnement.

La capacité intrinsèque d'accroissement de *P. manihoti* apparaît considérable et modérément sensible aux variations saisonnières de la température et de

l'hygrométrie. L'expression de ce pouvoir d'expansion devrait se traduire par la présence permanente, dans les champs de manioc, de populations à très haut niveau numérique.

Les variations d'abondance de la cochenille au cours de l'année avec pullulation de saison sèche et quasi disparition au cours de la saison des pluies ne peuvent alors s'expliquer que par l'intervention de puissants agents de régulation autres que les facteurs thermiques et hygrométriques. Parmi ceux-ci, on peut dès à présent envisager le rôle mécanique des pluies souvent torrentielles, la compétition intraspécifique avec limitation de nourriture, et l'intervention des ennemis naturels comme les parasites prédateurs et entomopathogènes.

Le présent travail jette donc les bases d'une étude de la dynamique des populations de *P. manihoti* et d'une analyse des équilibres écologiques responsables des variations d'abondance du ravageur.

Remerciements

Nous exprimons notre gratitude à Monsieur P. JOURDHEUIL, Directeur de la Station INRA de Lutte biologique d'Antibes, qui a bien voulu corriger le manuscrit et nous faire bénéficier de ses conseils.

Travaux cités

- BENASSY (C.), 1961 — Contribution à l'étude de l'influence de quelques facteurs écologiques sur la limitation des pullulations de cochenilles diaspines. Ann. INRA, Ser. C., Epiph., H.S. 1, 157 p.
- EZUMAH, H.C. & KNIGHT, A., 1977 — Some notes on the mealybug, *Phenacoccus manihoti* Mat. Ferr. incidence on manioc (*Manihot esculenta*) in Bas Zaïre. Proc. int. workshop on the cassava mealybug. IITA, Ibadan, n° 1, 7-14.
- FABRES (G.), 1979 — Analyse structurelle et fonctionnelle de la biocoenose d'un homoptère (*Lepidosaphes beckii* Hom. *Diaspididae*) dans deux types d'habitats agrumicoles de la Nouvelle Calédonie. Thèse d'Etat. Travaux et Documents de l'ORSTOM, n° 113, 291 p.
- FABRES (G.), 1980 a — Les entomophages inféodés à la cochenille du manioc en république populaire du Congo (*Phenacoccus manihoti* Hom. *Pseudococcidae*) - I. Les composantes de l'entomocoenose et leurs inter-relations. Cah. ORSTOM, Ser. Biologie, sous-presse.
- FABRES (G.), 1980 b — II - Etude morphologique comparative des trois espèces dominantes de *Coccinellidae* (Col.). Cah. ORSTOM, Ser. Biologie, sous-presse.
- GUTIERREZ (J.), 1976 — Etude biologique et écologique de *Tetranychus neocaledonicus* André (Acariens, *Tetranychidae*). Thèse d'Etat. Travaux et Documents de l'ORSTOM, n° 57, 173 p.
- HAHN, SK. & WILLIAMS (R.J.), 1973 — Investigations on cassava in the Republic of Zaïre. Rapport au Commissaire d'Etat à l'Agriculture. IITA, Ibadan.
- LEUSCHNER (K.), 1977 — Preliminary observations on the cassava mealybug. Proc. int. workshop on the cassava mealybug. IITA, Ibadan, n° 1, 15-19.
- MATILE-FERRERO (D.), 1977 — Une cochenille nouvelle nuisible au manioc en Afrique Equatoriale, *Phenacoccus manihoti* n. sp. (*Homoptera, Coccidae, Pseudococcidae*). Ann. Soc. ent. Fr. (N.S.), 13 (1), 145-152.
- NWANZE (K.F.), LEUSCHNER (K.) & EZUMAH (H.C.), 1979 — The cassava mealybug, *Phenacoccus* sp. in the Republic of Zaïre. PANS, 25 (2).
- SYLVESTRE (L.), 1973 — Aspects agronomiques de la production du manioc à la Ferme d'état de Mantsoumba (Rép. Pop. du Congo). IRAT, Paris, rapport de mission, 35 p.
- VASSEUR (R.) & SCHVETER (D.), 1957 — Biologie et écologie du Pou de San José. (*Quadraspidiotus perniciosus* Const.) dans la région lyonnaise et ses relations avec les conditions climatiques. Ann. INRA, Ser. C., Epiph., 4, 283-290.

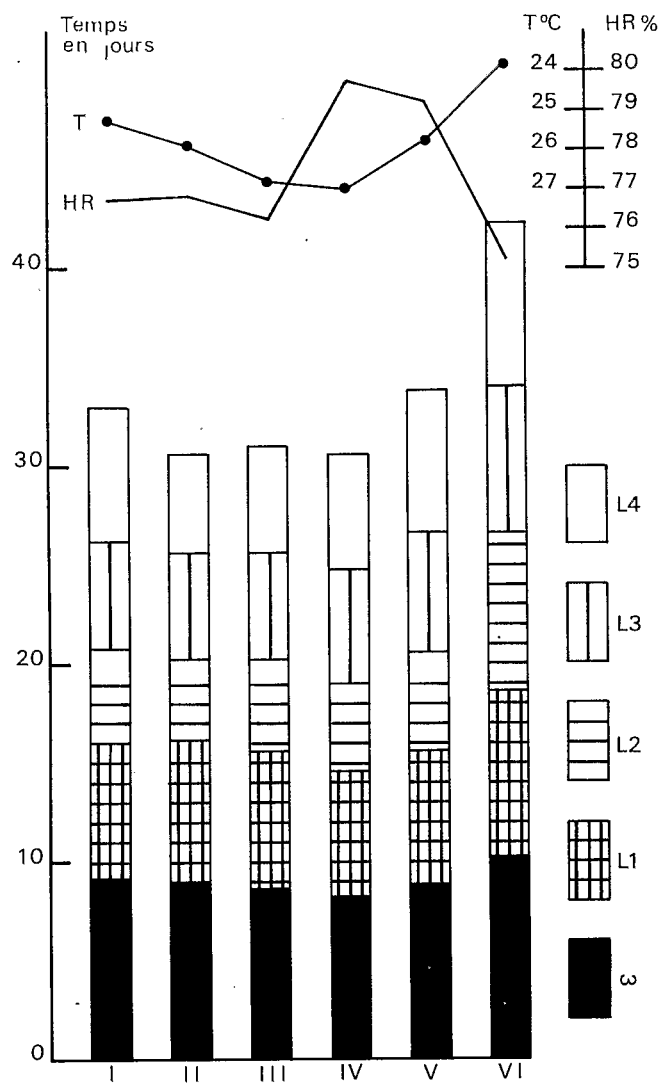


Fig. 1

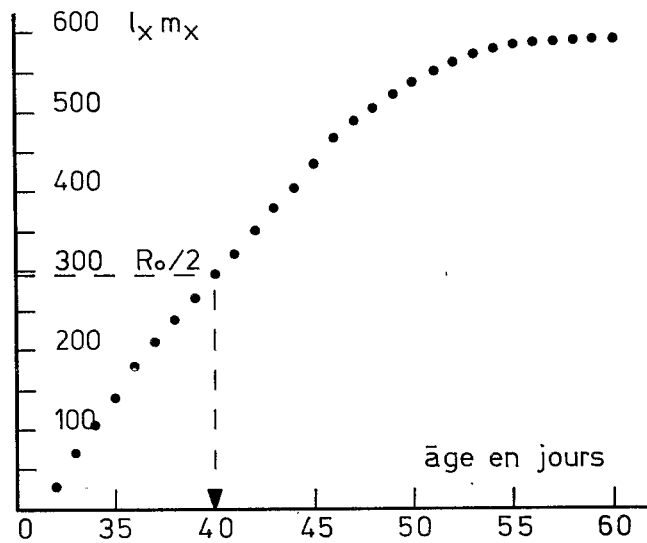


Fig. 2

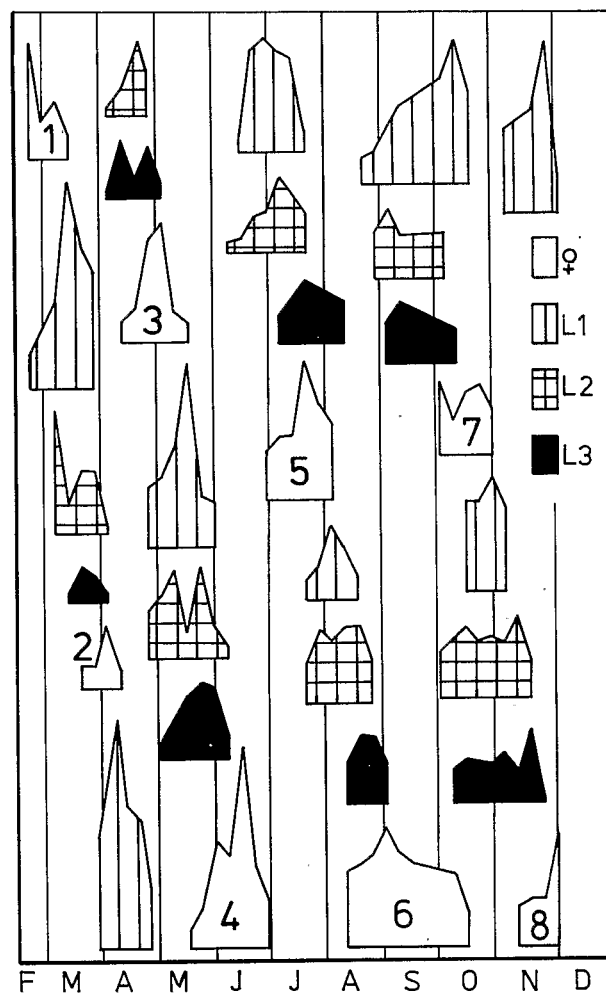


Fig. 3

Tableau I

T°C moy. quotid.		25	27
Nb de larves		90	90
Durée moyenne du développement des différents stades en jours	ω	9.2	8.1
	L1	6.5	6.0
	L2	4.9	4.1
	L3	5.4	4.8
	L4	5.7	5.0
Durée totale		31.7±1.1	28±0.9

Tableau II

Génération	I	II	III	IV	V	VI
Périodes	nov déc	dec jān	fev mār	mar avr	mai juin	juin juil
Nb. larves	30	27	30	35	30	56
Durée moy. du dévelop. [†] des différents stades en j.	ω	9.1	8.9	8.7	8.1	8.8
	L1	6.8	7.1	6.9	6.5	6.5
	L2	4.7	4.1	4.5	4.3	5.0
	L3	5.4	5.2	5.1	5.4	6.1
	L4	6.5	5.9	5.8	6.1	7.1
Durée totale	32.5	31.2	31.0	30.4	33.5	42.0
Précision	± 0.7	1	0.9	0.5	0.4	1.1

Tableau III

T°C	Nb. ω	% éclos.	durée incub.(j.)
34	200	97.5	6.3 ± 0.9
30	200	98.0	7.1 ± 0.6
27	200	99.0	8.1 ± 0.8
25	200	96.5	9.5 ± 1.1
20	200	80.5	17.8 ± 0.7

Tableau IV

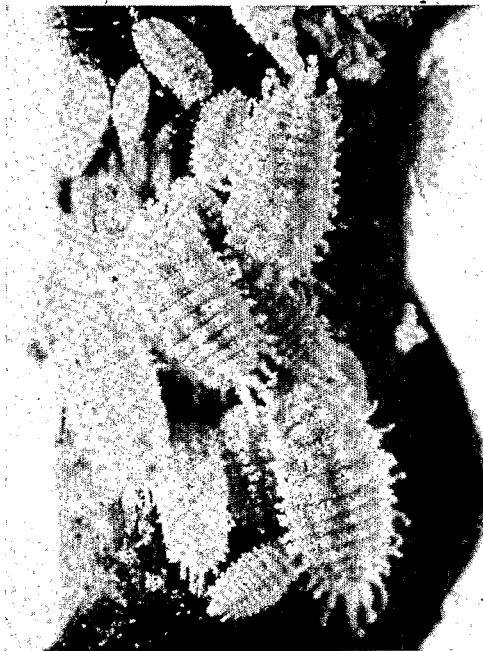
Génération	I	II	III	IV	V
Température moy. °C	25.3	25.9	27.1	27	24
Nb. de femelles	30	27	30	35	30
Vie médiane en j.	27.7	26.5	26.1	25.9	29.1
Ponte totale	627	612	599	609	673

Tableau V

TABLE DE VIE COMPLETE D'UNE GENERATION DE *P. MANIHOTI* ELEVEE AU LABORATOIRE A UNE TEMPERATURE MOYENNE JOURNALIERE DE 26° C ET UNE HYGROMETRIE MOYENNE JOURNALIERE DE 75 %

Nombre de femelles élevées : 60

Age des femelles (en jours)	Femelles survivantes (en %)	Nbre d'œufs par femelle et par jour	lx mx	
			par jour	cumulé
x	lx	mx		
0-31	1	0	0	0
32	1	26,3	26,3	26,3
33	1	43,4	43,4	69,7
34	1	36,4	36,4	106,1
35	1	37,3	37,3	143,4
36	1	36,1	36,1	179,5
37	1	32,7	32,7	212,2
38	1	28,5	28,5	240,7
39	0,96	27,8	26,6	267,3
40	0,93	28,1	26,1	293,4
41	0,93	31,2	29	322,4
42	0,93	30,3	28,1	350,5
43	0,93	32,6	30,3	380,8
44	0,93	27,9	25,9	406,7
45	0,93	31,2	29	435,7
46	0,93	35,4	32,9	468,6
47	0,9	24,8	22,3	490,9
48	0,86	19,3	16,5	507,4
49	0,83	19,7	16,3	523,7
50	0,76	19,9	14,7	538,4
51	0,73	17,5	12,8	551,2
52	0,7	15,3	10,7	561,9
53	0,66	16,8	11	572,9
54	0,5	13,4	6,7	579,6
55	0,43	13,2	5,6	585,2
56	0,33	10,7	3,5	588,7
57	0,16	6,4	1	589,7
58	0,1	6,1	0,61	590,3
59	0,06	4,5	0,3	590,6
60	0,06	3,2	0,19	590,80
61	0,03	1	0,03	590,83
62	0,03	1	0,03	590,86
63	0	0	0	



◀ Colonie de *P. manihoti* sur tige de manioc