

# Influence des facteurs écologiques (température et hygrométrie) sur le développement de la cochenille farineuse du manioc (*Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero, Homoptera: Pseudococcidae)

D. Obame Minko\*

Keywords: Mealybug- Cassava- Temperature- Hygrometry- Ivory Coast

## Résumé

La cochenille du manioc (*Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero) a été introduite accidentellement en Afrique au début des années 70, en provenance de l'Amérique du Sud. Depuis cette date, elle cause beaucoup de dégâts aux cultures de manioc, denrée d'importance capitale dans l'alimentation des Africains au sud du Sahara. Dans le souci de comprendre l'évolution des effectifs du déprédateur dans la nature, nous avons étudié l'effet de la température et de l'hygrométrie, facteurs écologiques essentiels influençant le développement. La température favorise l'éclosion des œufs, réduit la durée du développement embryonnaire, larvaire et du cycle tandis que l'hygrométrie a une action négligeable sur la durée des stades de développement de la cochenille. Toutefois, étant des fonctions inverses dans la nature, ces deux facteurs pourraient s'influencer mutuellement au champ.

## Summary

**The Influence of Ecological Factors (such as Temperature and Hygrometry) on the Development of Cassava Mealybug (*Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero, Homoptera: Pseudococcidae)**

*Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero cassava mealybug was accidentally carried away from South America to Africa by early 70s. Since then, it has been inducing a lot of damage to cassava cultures, which cassava remains the main foodstuff in the southern Sahara inhabitant's nutrition. Being anxious to understand the depredator population evolution in the nature, we have studied the temperature and hygrometry as main ecological factors helpful to development. The temperature favours eggs hatching and reduces the duration of embryonic, larval and cycle development whereas hygrometry's action on mealybug development can be neglected. As both factors are opposite functions in the nature, mutual influence on the field can be possible.

## Introduction

Le manioc est une denrée de première nécessité en Afrique intertropicale (3), avec une production avoisinant 50 millions de tonnes (6).

Mais, les dégâts provoqués par la cochenille du manioc *Phenacoccus manihoti*, surtout au cours de la saison sèche sont spectaculaires (1, 2, 5). Ils sont caractérisés par une chute prématurée des feuilles colonisées, un ralentissement de la croissance apicale et la mort de jeunes plants de manioc (1, 4, 10). L'expansion rapide du ravageur et l'accroissement des dégâts qui lui sont attribués, imposent aujourd'hui des recherches orientées notamment vers une maîtrise de la bioécologie de l'insecte. La connaissance des fluctuations d'effectifs sous l'effet des facteurs physiques de l'environnement est une donnée fondamentale, dans l'interprétation des mécanismes de variation d'abondance du ravageur dans la nature et la mise en place des stratégies de lutte efficaces.

La croissance d'une population animale est fonction entres autres, de la fécondité et de la mortalité des individus ainsi que de la durée du développement, chacun de ces paramètres étant lui-même influencé par les facteurs du milieu (9).

Foua-Bi (7) indique que de nombreux auteurs se sont préoccupés depuis longtemps de l'influence de la température sur les insectes, et c'est surtout la durée de leur développement qui fut étudiée en premier lieu par Réaumur en 1735 et Bonnet en 1779. Il ajoute que Bachmetzew, en 1907, a fait le point des limites géographiques du développement, de la survie de diverses espèces d'insectes et de l'influence de la température sur ceux-ci.

L'ambiguïté qui règne autour du rôle exact de l'hygrométrie sur la biologie des insectes, nous a poussés à étudier l'importance de ce facteur sur les paramètres de développement de la cochenille.

Pour apprécier les effets respectifs de la température et de

l'hygrométrie sur le développement du déprédateur, nous avons réalisé notre travail au laboratoire, en conditions contrôlées. Les paramètres de développement étudiés sont la durée des différents stades et celle du cycle biologique d'une part; la maturation sexuelle, la ponte et l'éclosion des œufs d'autre part.

## Matériel et méthodes

### Matériel végétal

Nous avons utilisé des boutures de manioc de la variété "Bonoua" en provenance d'Abobo, un quartier d'Abidjan.

### Matériel entomologique

Le matériel entomologique utilisé est une souche de cochenille *P. manihoti*. Cette souche, acclimatée de Côte d'Ivoire, a été récoltée à Abobo, un quartier d'Abidjan. Pour nos différents essais, nous avons utilisé la cochenille sous divers stades biologiques (œufs, larves et adultes).

### Matériel technique

La culture du manioc s'effectue dans des sachets de polyéthylène noirs de 20 cm de haut et 10 cm de diamètre. Ces sachets sont perforés de trous à la base pour l'évacuation de l'excès d'eau d'arrosage.

Pour des élevages de masse ou des études de maturation sexuelle ou de fécondité, des cages en bois de 60 cm x 50 cm x 50 cm vitrées sur un côté et contenant des cochenilles sur des plants de manioc, ont été utilisées. L'incubation des œufs de la cochenille a nécessité l'utilisation des logettes qui sont des cellules d'élevage. Une loupe binoculaire, de marque Wild M5 a été utilisée pour l'observation et le dénombrement des œufs et des larves de premiers stades.

De petites aiguilles de laboratoire ont permis de faire l'infestation par prélèvement des larves de premier stade,

\*Département de biologie, Université des Sciences et Techniques de Masuku, B.P. 913, Franceville, Gabon.  
Reçu le 01.12.06 et accepté pour publication le 23.05.08.

et un petit pinceau pour le prélèvement des cochenilles de stades supérieurs. Des étuves Memmert, thermostatées, ont été utilisées pour avoir les différentes températures expérimentales. Enfin, un pulvérisateur d'eau et des récipients remplis d'eau de nébulisation, ont permis de garder la valeur de l'hygrométrie constante lors des essais.

**Technique de culture**

Des boutures de manioc sont plantées verticalement aux 2/3 de leur longueur dans de la terre appropriée, contenue dans des sachets plastiques; le substrat est maintenu humide grâce à des arrosages fréquents (1 fois tous les 2 jours). Pour assurer une standardisation certaine, nous avons cultivé notre manioc selon la même technique et avec le même substrat.

Le manioc ainsi planté a été placé dans une serre, en conditions naturelles, où la température et l'hygrométrie étaient régulièrement mesurées par un thermohygromètre. Et l'enracinement se produit au bout d'une dizaine de jours, à des températures voisines de 26-27 °C. Pour les essais, nous avons utilisé le manioc, au stade de 2 feuilles épanouies qui suivent le bourgeon apical.

**Techniques d'infestation du manioc**

**Dépôt des feuilles infestées sur les feuilles des plants sains**

Cette technique a été utilisée pour faire l'élevage de masse, qui nous a permis d'obtenir un grand nombre de cochenilles nécessaires aux différentes manipulations expérimentales.

**Dépôt des larves isolées sur les feuilles des plants sains**

L'application de cette technique est intervenue lorsque nous avons à déterminer la durée des différents stades larvaires successifs et celle du cycle complet du ravageur. Ainsi, nous avons procédé au dépôt des larves néonates (L1), le jour même de leur naissance (sortie après éclosion de l'œuf), sur les feuilles des plants sains.

**Techniques d'élevage de *P. manihoti***

Après l'opération d'infestation du manioc, on peut suivre le développement de la larve à l'adulte, jusqu'à la ponte des œufs à différentes températures et hygrométries.

**Maturation sexuelle**

Nous avons déposé sur chaque feuille des 20 plants de manioc utilisés, une larve néonate, soit 40 individus au total, que nous avons introduits dans des armoires à culture vitrées et ventilées. Nous les avons suivis individuellement à différentes températures (20 °C, 25 °C, 27 °C et 30 °C) avec

une hygrométrie voisine de 65%; à différentes hygrométries (60%, 65% et 90%) avec une température fixée à 27 °C. La maturation sexuelle des cochenilles est atteinte dès qu'elles commencent à produire l'ovisac, structure de couleur blanc-coton apparaissant à l'extrémité de l'abdomen.

**Incidence de la température sur la ponte des œufs**

Nous disposons de 4 lots de 50 cochenilles matures (avec ovisac), dont nous avons observé respectivement la ponte dans 4 étuves vitrées et ventilées portées à 4 températures différentes (20 °C, 25 °C, 27 °C et 30 °C). Nous nébulisons les étuves avec des récipients et un nébulisateur ordinaire, pour maintenir l'hygrométrie ambiante à environ 65%.

**Incidence de la température sur le développement embryonnaire et l'éclosion**

Nous avons utilisé la technique d'incubation des œufs, inspirée des logettes que Nickel utilisa en 1960 pour l'étude des tétranyques (3). L'étude du développement embryonnaire et l'éclosion des œufs à différentes températures (15 °C, 20 °C, 25 °C, 27 °C, 30 °C et 35 °C) s'est faite avec 25 cellules d'élevage contenant chacune 35 œufs, soit au total 875 œufs dans chaque cas. Les unités d'élevage ainsi constituées ont été déposées dans 6 étuves vitrées, thermostatées et ventilées. Le papier filtre sur lequel reposaient les œufs est resté légèrement mouillé en permanence (nous l'humidifions toutes les 24 heures), ce qui a maintenu une hygrométrie voisine de 100% et permis une incubation satisfaisante. La différence entre le nombre d'œufs incubés (à différentes températures) et le nombre d'œufs éclos a permis de calculer le pourcentage d'éclosion dans chaque cas.

**Incidence de la température sur la durée des stades de développement et du cycle biologique**

Après avoir recueilli les larves néonates provenant des cellules d'élevage ci-dessus, leur développement individuel a été suivi à différentes températures expérimentales. Au total, 35 larves ont été suivies dans chaque cas, jusqu'à l'état imaginal. L'essai a lieu dans des étuves "Memmert" vitrées et thermostatées à 20 °C, 25 °C, 27 °C et 30 °C, pour une hygrométrie de 65%.

**Incidence de l'hygrométrie sur la ponte des œufs**

Nous avons 3 lots de 50 cochenilles matures dont nous suivons la ponte dans 3 enceintes ayant des hygrométries différentes (60%, 65% et 95%). La température à laquelle se réalise l'essai est de 27 °C.

**Incidence de l'hygrométrie sur la durée des stades de développement et du cycle biologique**

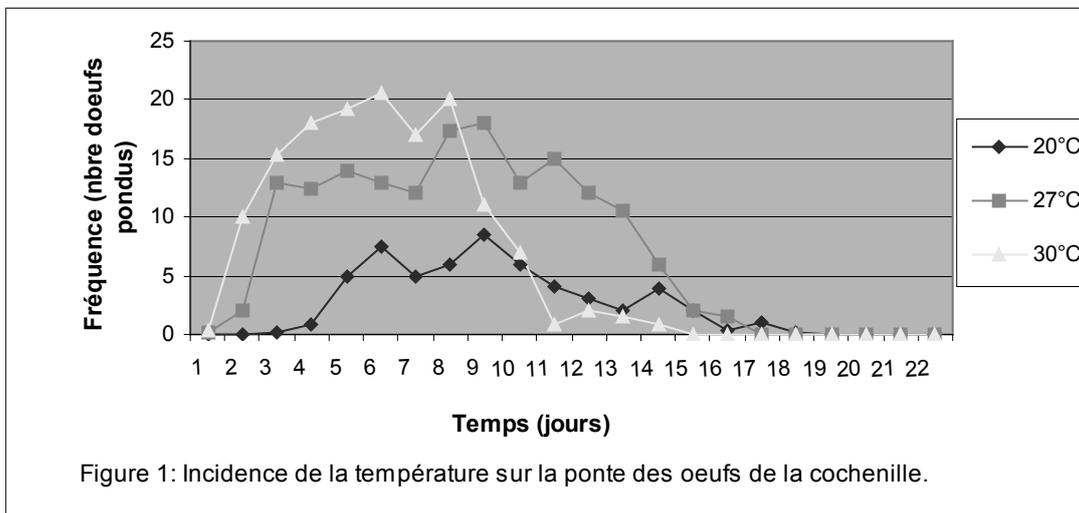


Figure 1: Incidence de la température sur la ponte des oeufs de la cochenille.

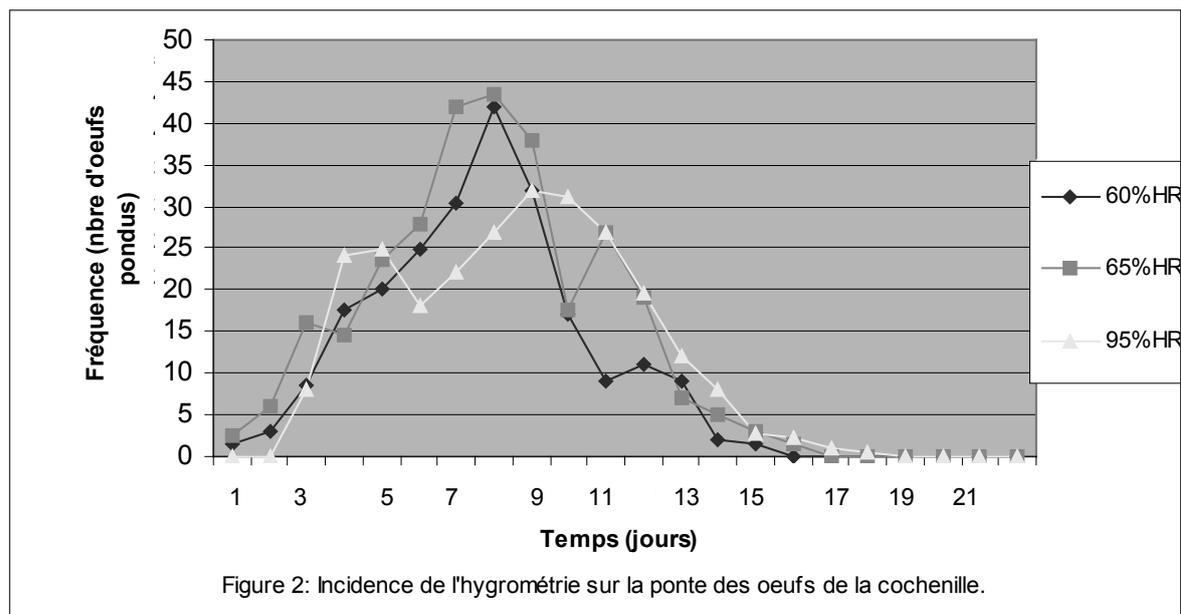


Figure 2: Incidence de l'hygrométrie sur la ponte des oeufs de la cochenille.

L'importance du facteur hygrométrique sur le développement de *P. manihoti* a été recherchée sur trois valeurs seulement (60%, 65% et 90%), faute de matériel pouvant nous permettre d'avoir une gamme plus étalée. La première valeur est obtenue par assèchement du milieu expérimental à l'aide du silicate de silice qui est un bon dessiccateur. La valeur de 65% est offerte directement par les conditions de l'étuve. Enfin, la valeur tendant vers la saturation est obtenue par nébulisation à l'aide des récipients remplis d'eau et grâce à un pulvérisateur ordinaire. Comme précédemment, nous avons utilisé des étuves "Memmert" vitrées et thermostatées à 27 °C. Un thermohygromètre est placé dans chaque enceinte pour le contrôle continu de la température et de l'hygrométrie.

## Résultats

### Incidence de la température

#### ➤ sur le délai de maturation sexuelle

Les résultats obtenus montrent que la température accélère la maturation sexuelle, avec respectivement 54,50; 22,69; 20,40 et 16,05 jours à 20; 25; 27 et 30 °C.

#### ➤ sur la ponte des oeufs

A des températures plus élevées, nous enregistrons les niveaux de ponte les plus importants et les durées de ponte sont fonction inverse de la température (Figure 1).

#### ➤ sur le développement embryonnaire et l'éclosion des oeufs

La température a une action directe aussi bien sur la durée de développement embryonnaire que sur le taux d'éclosion (Tableau 1). La durée du développement embryonnaire diminue lorsque la température est plus élevée. Les taux d'éclosion ont une valeur optimale pour 27 °C. De part et d'autre de cette température, les taux d'éclosion baissent progressivement. Par ailleurs, les valeurs thermiques plus fortes ou plus faibles provoquent des mortalités embryonnaires plus ou moins importantes. En outre, à 15°C, le développement embryonnaire est particulièrement long (plus de 40 jours) et les quelques rares éclosions enregistrées (4,3%) donnent des larves non viables. A cette température, la mortalité est donc totale (100%).

#### ➤ sur la durée des stades de développement et le cycle biologique

L'augmentation de la température se traduit globalement par une diminution de la durée du développement, aussi bien embryonnaire que larvaire et donc sur celle du cycle biologique complet (Tableau 2). En revanche, à 35 °C, les larves néonates meurent en quelques minutes. Cette température s'est donc révélée létale pour la cochenille.

### Incidence de l'hygrométrie

#### ➤ sur le délai maturation sexuelle

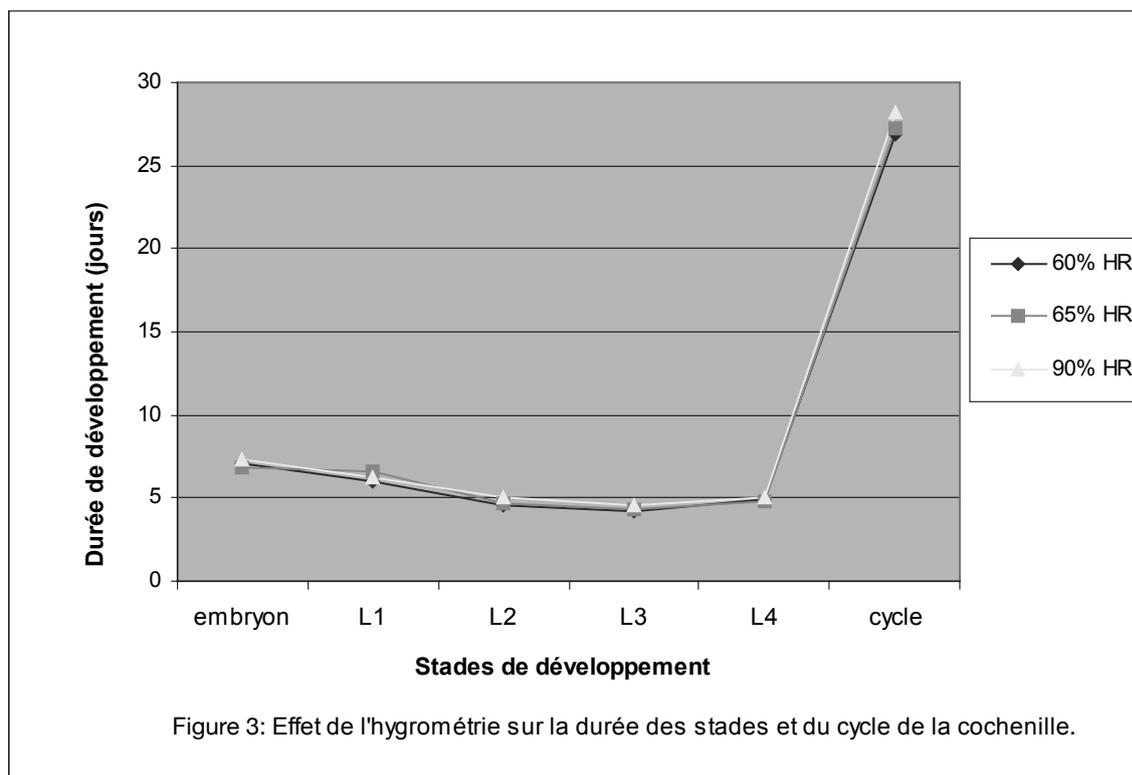
Le délai de maturation sexuelle des femelles semble

**Tableau 1**  
Incidence de la température sur le développement embryonnaire et l'éclosion des oeufs de la cochenille

Température (°C)	15	20	25	27	30	35
Durée développement embryonnaire (jours)	43	13,63	7,25	6,97	6,38	5,90
% éclosion	4,3	75,5	88,5	98,5	83,4	62,4

**Tableau 2**  
Influence de la température sur la durée des stades de développement et du cycle biologique de la cochenille

Stade développmt	Embryon	L1	L2	L3	L4	cycle
20 °C	15,29 ± 1,06	10,9 ± 1,38	7,87 ± 1,17	7,24 ± 0,74	7,47 ± 0,96	48,87 ± 3,01
25 °C	8 ± 0,92	6,53 ± 0,90	4,94 ± 0,85	5,51 ± 0,82	5,76 ± 0,78	30,74 ± 1,33
27 °C	6,82 ± 0,97	6,59 ± 0,96	4,65 ± 0,88	4,38 ± 0,70	4,80 ± 0,76	27,24 ± 1,75
30 °C	6,15 ± 0,56	5,47 ± 0,66	4,26 ± 0,71	3,85 ± 0,86	4,26 ± 0,79	23,99 ± 0,87



augmenter légèrement avec l'hygrométrie. Sa durée moyenne est de 20,13; 20,40 et 21,34 jours à 60, 65 et 90% d'humidité respectivement.

#### ➤ sur la ponte des œufs

Les pontes les plus rapides et les moins étalées dans le temps s'observent pour les hygrométries les plus basses (Figure 2). Le nombre d'œufs pondus est plus élevé et plus étalé dans le temps, lorsque le niveau d'hygrométrie est plus grand. Ainsi, les pontes les plus importantes et les plus étalées s'obtiennent à 95%, suivies de celles de 65% et de 60% d'hygrométrie.

#### ➤ sur le développement embryonnaire et l'éclosion des œufs

Les résultats obtenus (Tableau 3) montrent que la durée du développement embryonnaire augmente avec l'hygrométrie. Il en est de même du pourcentage d'éclosion qui, lui aussi croît lorsque l'humidité du milieu devient plus importante.

#### ➤ sur la durée des stades de développement et le cycle biologique

Les résultats obtenus (Figure 3) font apparaître que l'hygrométrie n'a pas d'effet significatif sur la durée des différents stades de développement et du cycle.

## Discussion

La température apparaît finalement comme le facteur dont les variations entraînent les modifications les plus importantes des paramètres de développement de *P. manihoti*. Le Rü & Fabres (8) soulignent que l'importance de la température comme facteur de variation du pouvoir de multiplication avait été montrée à maintes reprises, notamment sur les Homoptères Aphididae par Barlow en 1962, sur *Myzus persicae* Sulzer et *Macrosiphum euphorbiae* Thomas, et par Deloach en 1974 sur *M. persicae*.

Avec un optimum thermique de 27 °C, *P. manihoti* peut se développer dans une gamme de températures comprise entre 15 °C et 35 °C. Il est particulièrement intéressant de relever que les températures moyennes journalières des

**Tableau 3**  
Incidence de l'hygrométrie sur le développement embryonnaire et l'éclosion des œufs de la cochenille

Hygrométrie (%)	60	65	95
Durée développement embryon. (jours)	4,93	5,58	6,97
% éclosion	41,66	80,55	97,22

régions tropicales où vivent les cochenilles s'inscrivent dans cet intervalle. Dans ces conditions, l'estimation expérimentale des modifications des paramètres biologiques de *P. manihoti* prend alors toute sa valeur. En effet, à l'aide de simulations utilisant les données expérimentales, il est toujours possible de prévoir la dynamique des populations de la cochenille au champ (5). La gamme de préférence thermique explique la rapide adaptation et l'expansion de la cochenille en Afrique tropicale, après son introduction accidentelle. La température réduit considérablement le délai de maturation sexuelle, ce qui représente un avantage pour l'insecte, dans la multiplication de ses effectifs. Cette donnée est d'autant plus importante en conditions naturelles intertropicales, quand on sait que *P. manihoti* a une reproduction parthénogénétique, de type thélytoque (11). De plus, le taux net de reproduction, élevé, est compris entre 400 et 500 œufs par femelle (8, 11). Le taux de reproduction, tout comme le pourcentage d'éclosion et l'espérance de vie, sont d'une grande importance dans des études de dynamique des populations (5, 9). Ces paramètres permettent en effet de calculer l'indice d'accroissement naturel qui, selon Fabres & Boussienguet (5), peut être considéré comme le trait d'union entre la biologie de l'individu telle qu'on peut l'étudier en laboratoire et les variations d'abondance de ses populations dans le champ. Quant à l'hygrométrie, les durées du développement embryonnaire, larvaire et du cycle semblent ne pas être influencées par ce facteur écologique. Lorsqu'il y a diminution accentuée de l'humidité, on note un assèchement important du chorion des œufs, avec mort de l'embryon. Mais quand cette baisse est relative, il devrait avoir accélération des processus physio-biochimiques, assortie d'une réduction de la durée du développement. Ce

qui est le cas par exemple du Diptère *Lucilia*, dont la durée de développement embryonnaire diminue quand l'humidité relative augmente, pour atteindre son optimum à 100% (comm. Pers.).

Pour ce qui est de *P. manihoti*, les résultats enregistrés offrent donc une différence fondamentale par rapport à ce qui se passe ordinairement chez la plupart des insectes (*Lucilia*, *Musca*, *Ephestia*, *Locusta*, ...). Cette différence pourrait s'expliquer en grande partie par la structure du chorion des œufs et de ses réactions vis-à-vis du facteur hygrométrique. De même, les valeurs d'hygrométrie plus faibles pourraient favoriser le phénomène de mue, permettant ainsi au tégument de l'insecte de lâcher plus facilement pour former l'exuvie, sous la pression du corps. Il convient de signaler ici que le chorion des œufs et le tégument de *P. manihoti* possèdent une structure très souple et perméable, d'où sa présence fréquente dans les climats chauds et humides ou semi-arides. L'insuffisance des données bibliographiques faisant état de l'étude de l'éclosion et du développement des insectes, notamment *P. manihoti*, en fonction de l'hygrométrie uniquement constitue une grande lacune. Toutefois, la

température et l'hygrométrie étant des fonctions inverses dans la nature, ces deux paramètres pourraient s'influencer mutuellement au champ. Ainsi, on pourrait penser qu'à une hygrométrie plus faible (dans les limites vitales), le chorion de l'œuf de *P. manihoti* étant plus sec, se déchire plus facilement, sous la pression de l'embryon au terme de son développement.

### Conclusion

L'augmentation de la température semble être le principal facteur responsable de la gradation des effectifs de la cochenille, avec un optimum se situant autour de 27 °C. La connaissance de la bio-écologie permettra de prévoir la ou les périodes favorables aux pullulations du ravageur dans le champ. Ce qui permet la mise en place des stratégies de lutte efficaces à des moments précis de l'année.

Parallèlement à la lutte, il serait intéressant d'explorer des méthodes culturales appropriées à la culture du manioc et des sélections variétales.

### Références bibliographiques

1. Anonyme, 1977, Rapport sur l'importance des dégâts causés par la punaise farineuse du manioc en Afrique centrale, 4 p.
2. Anonyme, 1984, Lutte biologique contre la cochenille et les acariens verts du manioc en Afrique. Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA), Ibadan, Nigeria, 25 p.
3. Boussienguet J., 1984, Bio-écologie de la cochenille du manioc *Phenacoccus manihoti* Mat-Fer et de ses ennemis naturels au Gabon, thèse de doctorat 3<sup>ème</sup> cycle. Université Pierre et Marie-Curie, Paris 6, spécialité: entomologie, 154 p.
4. Ezumah C. & Knight A., 1978, Some notes on the mealybug, *Phenacoccus manihoti* Mat-Ferr. Incidence on manioc (*Manihot esculenta*) in Bas Zaïre. Pro. int. workshop on the cassava mealybug. IITA, Ibadan, n°1, 7-14.
5. Fabres G. & Boussienguet J., 1981, Bioécologie de la cochenille du manioc *Phenacoccus manihoti* (Hom. Pseudococcidae) en République populaire du Congo. Cycle évolutif et paramètres biologiques, Agro. Trop. **36**, 1, 82-89.
6. FAO, 1981, Investigations on cassava in the Republic of Zaïre. Rapport au commissaire d'Etat à l'agriculture, IITA, Ibadan, 12 p.
7. Foua-Bi K., 1982, Etude de *Aspidiella hartii* CKLL (Homoptera, Diaspididae) déprédateur des ignames en Côte d'Ivoire, thèse de doctorat d'Etat ès sciences naturelles, Université nationale de Côte d'Ivoire, 220 p.
8. Le Rü B. & Fabres G., 1987, Influence de la température et de l'hygrométrie relative sur le taux d'accroissement des populations de la cochenille du manioc (*Phenacoccus manihoti*, Hom. Pseudococcidae) au Congo. Oecol. Appl. **8**, 165-174.
9. Le Rü B. & Papierok B., 1987, Taux intrinsèque d'accroissement naturel de la cochenille du manioc, *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero (Homoptera, Pseudococcidae). Intérêt d'une méthode simplifiée d'estimation. Acta Oecologica, oecol. Appl. **8**, 3-14.
10. Leuschner K., 1978, Preliminary observations on the mealybug (Homoptera, Pseudococcidae) in Zaïre and a projected outline for subsequent work. International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria, n°1, 15-19.
11. Obame Minko D., 1991, Effets de quelques facteurs (température et hygrométrie) sur la fécondité et le cycle biologique de la cochenille du manioc *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero (Homoptera, Pseudococcidae). Mémoire de DEA, Université nationale de Côte d'Ivoire, 64 p.

D. Obame Minko, Gabonais, Doctorat 3<sup>ème</sup> cycle, Université Nationale de la Côte d'Ivoire. Maître-Assistant CAMES zoologie/entomologie, Département de Biologie de la Faculté des Sciences de l'Université des Sciences et Techniques de Masuku (USTM), Franceville, Gabon.