

ACTION PARASITAIRE DE L'HYMÉNOPTÈRE : *Adelencyrtus femoralis* COMPÈRE ET ANNECKE (*Hymenoptera, Encyrtidae*) CONTRE LA COCHENILLE BRUNE DE L'IGNAME : *Aspidiella hartii* COCKERELL (*Homoptera, Diaspididae*).

N. A. SIKA¹, N. A. YAO² et K. FOUA-BI³

¹Université d'Abobo-Adjamé, U.F.R des Sciences de la Nature, laboratoire de production animale et de Cytologie, 02 B.P 801 Abidjan 02 (Côte d'Ivoire). E-mail : sikaangele@yahoo.fr

²Université de Bouaké, U.R.E.S de Korhogo, S/C Université d'Abobo-Adjamé, 02 BP 801 Abidjan 02, (Côte d'Ivoire). E-mail : yaalphonse@yahoo.fr

³Université de Cocody, U.F.R-Biosciences, 22 BP 582 Abidjan 22, (Côte d'Ivoire).
Laboratoire de Zoologie-Biologie animale

RESUME

Ce travail a permis d'évaluer l'utilisation de l'hyménoptère *Adelencyrtus femoralis* dans la lutte biologique contre la cochenille brune (*Aspidiella hartii*) des stocks d'ignames. Cette étude a montré que *A. femoralis*, bien qu'ayant une fécondité faible ($12,4 \pm 1,5$ descendants par femelle) et un cycle de développement court ($19,96 \pm 1,24$ jours), a la possibilité de réguler les populations de la cochenille brune qui a un cycle de développement relativement long ($33,69 \pm 1,42$ jours). L'action parasitaire de l'hyménoptère a été beaucoup plus importante sur la fécondité des femelles de la cochenille. L'inondation des stocks d'ignames avec des adultes de *A. femoralis* peut aboutir à des résultats permettant une meilleure conservation des stocks d'ignames.

Mots clés : *Adelencyrtus femoralis*, *Aspidiella hartii*, conservation, igname, lutte biologique.

ABSTRACT

PARASITIC IMPACT OF HYMENOPTERA : *Adelencyrtus femoralis* COMPÈRE AND ANNECKE (*Hymenoptera, Encyrtidae*) AGAINST THE BROWN YAM COCHINEAL : *Aspidiella hartii* COCKERELL (*Homoptera, Diaspididae*).

This work was conducted to study the possibility of using hymenoptera Adelencyrtus femoralis in the biological control of brown yam cochineal (Aspidiella hartii) in yam stocks. The study showed that A. femoralis, in spite of weak fertility (12,4 ± 1,5 descendants per female) and short development cycle (19,96 ± 1,24 days), has can regulate brown cochineal populations which have a relatively long development cycle (33,69 ± 1,42 days). Parasitic action of hymenoptera was more important on the fertility of young cochineal females. The flood of yams in stock with adults of Adelencyrtus femoralis can lead to a better control of the parasite and a preservation of yams stocks.

Keywords : *Adelencyrtus femoralis*, *Aspidiella hartii*, biological fight preservation, yam.

INTRODUCTION

L'igname est une plante alimentaire de première importance dans de nombreux pays tropicaux, particulièrement en Afrique de l'Ouest (Anguete, 2003). En Côte d'Ivoire, avec plus de 200 kg par habitant, la production annuelle d'igname se situe en tête des cultures vivrières (Anonyme,

1994). L'étalement de sa consommation sur toute l'année impose son stockage et sa conservation. Cependant, l'igname subit des pertes post-récolte élevées qui varient entre 25 % et 60 % (Girardin, 1996). Ces pertes sont attribuées, entre autres, aux insectes

déprédateurs, notamment les Cochenilles (Sauphanor et Ratnadass, 1985 ; Ajayi et Madueke, 1990). Les dégâts occasionnés par la Cochenille brune (*Aspidiella hartii*) sur les stocks d'ignames sont estimés au quart de la production nationale (Foua-bi, 1982).

Dans les stratégies de lutte contre cet insecte déprédateur, la lutte chimique occupe une place de choix (Waage et al., 1992). Toutefois, ce type de lutte seul, reste limité dans son action et sa durée. En plus de son coût relativement élevé, il entraîne, par ailleurs, des effets néfastes sur l'environnement, en l'occurrence des résidus dans la chaîne alimentaire des hommes et des animaux avec une contamination de la nappe phréatique (Nindjin, 1994).

Par conséquent, des méthodes de lutte simples et économiques telle que la lutte biologique (Sika, 1998) s'avère nécessaire afin de contribuer à la réduction des coûts de conservation de l'igname, et d'éviter la pollution de l'environnement. La présente étude vise donc, l'évaluation de la lutte biologique au moyen de l'hyménoptère *Adelencyrtus femoralis* contre la cochenille brune des stocks d'ignames (*Aspidiella hartii*).

MATERIELS ET METHODES

MATERIELS

Matériel animal

Les populations de *A. hartii* constituées des adultes de première génération ont été obtenues d'un élevage réalisé à l'insectarium du laboratoire de zoologie et biologie animale de l'Université de Cocody. Cette souche a été obtenue à partir de tubercules d'igname appartenant à l'espèce *Dioscorea alata* venant de Katiola (Côte d'Ivoire). La souche de *A. femoralis* constituée des adultes de première génération a été récoltée sur des Cochenilles élevées sur ces tubercules d'igname.

Matériel végétal

Le matériel végétal est constitué de tubercules de l'igname *Dioscorea alata* (Dioscoreacées) variété «florido» qui est une Monocotylédone (Aké Assi, 1984).

METHODES

Isolement et suivi du développement de la Cochenille et du parasite

L'élevage de masse des cochenilles a été réalisé dans des cages à l'intérieur desquelles des tubercules sains ont été mis en contact avec les tubercules infestés de cochenilles, pendant 24 heures. Pour l'élevage individuel des cochenilles, une centaine de femelles de cochenilles prises au hasard dans les élevages de masse ont été isolées sous des cagettes confectionnées à partir de capsules vides dont l'extrémité est, préalablement, sectionnée à l'aide d'un rasoir. La partie sectionnée est enfoncée dans le tubercule afin d'isoler la cochenille. L'autre extrémité a été fermée avec le capuchon de la capsule. Le suivi a été effectué en décoiffant la capsule au moment des observations et a pris fin lorsque toutes les larves ont été sorties du bouclier de la femelle productrice. L'évaluation de la fécondité a été effectuée par dénombrement des larves émergées pour chaque femelle puis une moyenne a été calculée.

Une observation quotidienne de 80 larves sorties des boucliers a été faite, afin de suivre leur développement jusqu'au stade adulte. Les durées de développement des différents stades ont été déterminées, de même que la «sex-ratio». Les imagos de *A. hartii* fraîchement sortis ont été déposés sur des tubercules d'igname. Ils ont été suivis quotidiennement afin de déterminer leur durée de vie. Le taux de survie a ainsi été calculé.

L'élevage de masse des parasites, il a été fait dans des cages munies d'un orifice à travers lequel sont lâchés les parasites récoltés à l'aide d'un aspirateur, sur les tubercules recouverts de cochenilles de tous âges (femelles jeunes, femelles gestantes, femelles productrices). Ces parasites y ont séjourné pendant 24 heures et les tubercules ont été retirés.

Pour l'élevage individuel des parasites, on a disposé de 4 tubercules d'igname infestés de cochenilles d'âge connu (femelles jeunes, femelles gestantes, femelles productrices). Chacun de ces tubercules a été mis en contact de 5 femelles de parasites récoltées dans les élevages de masse. Celles-ci ont

séjourné pendant 24 heures et les tubercules ont été retirés. Quarante-dix femelles de cochenilles prises au hasard, dans chaque tranche d'âge ont été recouvertes de cagettes.

Cette approche a permis, non seulement, d'évaluer la fécondité du parasite, mais également, de connaître son cycle biologique et d'apprécier son impact sur la fécondité de la cochenille.

Evaluation de la fécondité du parasite

L'étude a nécessité l'utilisation d'un tubercule d'igname infesté de cochenille parasitées et de 5 tubercules d'igname infestés de cochenille non parasitées.

L'igname infestée de cochenilles parasitées a été mise dans un bocal en verre dans lequel du coton imbibé d'éther a été introduit. Une minute après, l'igname a été retirée et les adultes de parasites endormis éliminés. Au bout de 24 heures, l'expérience a été répétée avec le même tubercule d'igname et les parasites endormis ont été recueillis.

Un adulte de parasite recueilli, a été déposé sur chaque tubercule d'igname infesté de cochenilles non parasitées. Il y a été maintenu jusqu'à sa mort. Les ignames infestées de cochenilles parasitées ont été mises en cage. L'évaluation de la fécondité du parasite a été effectuée en dénombrant les trous de sortie des adultes de parasites des femelles de cochenilles, à la fin de l'expérience (au bout d'un cycle, soit 30 jours).

Les adultes fraîchement sortis des cochenilles ont été identifiés afin de déterminer la «sex-ratio» de *A. femoralis*.

Description du cycle de développement du parasite

Une femelle de *A. femoralis* a été déposée dans une cage contenant des ignames infestées de cochenilles non parasitées. Elle y a séjourné pendant 24 heures, et les tubercules ont été retirés. Chaque jour, 5 cochenilles parasitées ont été prélevées puis disséquées, afin d'observer les différents stades de développement du parasite à l'intérieur de la cage, et d'évaluer leur durée.

Evaluation de l'impact du parasite sur la fécondité de la cochenille

Deux cent soixante dix femelles de cochenilles choisies au hasard dans 3 tranches d'âge ont été réparties comme suit : 90 femelles jeunes, 90 femelles gestantes et 90 femelles productrices. Dans chaque tranche d'âge, 10 femelles de parasite ont été introduites et y séjournent 48 heures. Les femelles de cochenille ont ensuite été isolées dans des cagettes et suivies quotidiennement. Le nombre de larves émergées a été noté jusqu'à l'émergence de l'adulte du parasitoïde ou à l'arrêt de la ponte si la cochenille n'est pas parasitée. Le nombre total de descendants a été compté et une moyenne a été obtenue pour l'ensemble des cochenilles parasitées et non parasitées.

Suivi de l'évolution des cochenilles naturellement parasitées par *A. femoralis*

Le suivi de l'évolution des populations de cochenilles susceptibles d'être parasitées au cours d'une période déterminée, a été effectué selon la méthode décrite par Foua-bi (1982) pour les cochenilles diaspines. Cette méthode consiste en un dénombrement périodique de la totalité des cochenilles présentes sur un échantillon végétal prélevé.

Chaque semaine, une portion d'un tubercule bien infesté de cochenilles (environ 500 individus) est échantillonnée et les cochenilles dénombrées. Le taux d'évolution des cochenilles non parasitées et des cochenilles parasitées a ainsi été déterminé.

RESULTATS

IDENTIFICATION DES DIFFERENTS STADES PRE - IMAGINAUX DE LA COCHENILLE

La femelle adulte de *A. hartii* émet de son bouclier des larves qui passent par plusieurs stades pour devenir des femelles ou des mâles.

L'insecte femelle passe par deux stades larvaires et un stade adulte séparés les uns des autres par une mue. Le 1^{er} stade s'étend de

l'éclosion de l'œuf à la 1^{ère} mue et comprend une phase active pendant laquelle la larve marcheuse (L_m) se déplace à la recherche d'un site de fixation et une phase fixée durant laquelle la larve fixée (L₁) s'alimente et grossit. Elle mue et donne la larve de 2^e stade (L₂) qui mue à son tour pour donner la femelle adulte. Au niveau du stade femelle adulte, trois tranches d'âge ont été déterminés, ce sont : les femelles jeunes, les femelles gestantes et les femelles productrices, qui ne sont autres que les stades évolutifs de la femelle adulte.

Par ailleurs, la mue qui sépare deux stades successifs de l'insecte est suivie de la sécrétion d'un nouveau bouclier. En effet, extérieurement, le bouclier évolue avec les stades larvaires. Chaque stade se manifeste, au début, par un liséré plus clair autour du bouclier qui correspond à la sécrétion de la larve nouvellement muée. Le bouclier de la larve de 1^{er} stade reste au-dessus du bouclier de la larve de 2^e stade qui reste à son tour au-dessus du bouclier de la femelle.

Chez l'insecte mâle, les deux premiers stades larvaires correspondent à ceux de la femelle, à la différence que le bouclier de la larve du 2^e stade mâle est allongé alors que celui de la femelle est ovoïde. Après la 2^e mue, la larve mâle se transforme en nymphe (N) qui constitue le 3^e stade évolutif au cours duquel apparaissent les ébauches de pattes, des antennes et du stylet

copulateur. La nymphe se métamorphose à son tour pour donner un adulte aptère avec les organes précités bien développés. Chez *A. hartii*, la larve L_m et l'imago mâle représentent les stades mobiles.

DUREE DES DIFFERENTS STADES PRE-IMAGINAUX DE LA COCHENILLE

Dans la lignée femelle, tout comme dans la lignée mâle, le passage des larve L_m aux larves L₁ nécessite en moyenne $1,82 \pm 1,25$ j. Cependant, dans la lignée femelle, le passage des larves L₁ aux larves L₂ demande $7,40 \pm 0,93$ j ; les larves L₂ mettent $9,70 \pm 0,73$ j pour devenir femelles jeunes. Celles-ci donnent les femelles gestantes au bout de $7,14 \pm 1$ j ; et les femelles gestantes deviennent des femelles productrices au bout de $7,63 \pm 0,48$ j.

Parallèlement, dans la lignée mâle, les larves L₁ demandent $7,67 \pm 0,94$ j pour devenir des larves L₂. Ces dernières deviennent des nymphes en $6,33 \pm 0,47$ j et ont besoin de $7,33 \pm 0,47$ j pour devenir des imagos mâles.

Le cycle biologique de *A. hartii* est donc de $33,69 \pm 1,42$ j dans la lignée femelle et de $23,15 \pm 1,25$ j dans la lignée mâle, si le stade L_m est pris en compte comme le stade de départ et d'arrivée du cycle (Tableau 1).

Tableau 1 : Durée des différents stades pré- imaginaires de *Aspidiella hartii* élevés sur *Dioscorea alata* variété "florido."

Duration of the different pre- imaginal stages of Aspidiella hartii bred on Dioscorea alata "florido" cultivar.

| Lignée femelle | | Lignée mâle | |
|---------------------------------|------------------|---------------------------------|------------------|
| Stades | Durées (j) | Stades | Durées (j) |
| L _m - L ₁ | $1,82 \pm 1,29$ | L _m - L ₁ | $1,82 \pm 1,29$ |
| L ₁ - L ₂ | $7,40 \pm 0,93$ | L ₁ - L ₂ | $7,67 \pm 0,94$ |
| L ₂ - ♀ ₁ | $9,70 \pm 0,73$ | L ₂ - N | $6,33 \pm 0,47$ |
| ♀ ₁ - ♀ ₂ | $7,14 \pm 1$ | N - ♂ | $7,33 \pm 0,47$ |
| ♀ ₂ - ♀ ₃ | $7,63 \pm 0,48$ | | |
| Total | $33,69 \pm 1,42$ | | $23,15 \pm 1,25$ |

N.B : L_m = larve marcheuse ; ♀ 1 = femelle jeune ;
 L₁ = larve de premier stade ; ♀ 2 = femelle gestante ;
 L₂ = larve de deuxième stade ; ♀ 3 = femelle productrice ;

PONTE ET FECONDITE

La femelle de *A. hartii* pond des œufs qui éclosent dès leur sortie de l'utérus. Dans ces conditions, elle émet plutôt des larves qui sortent du bouclier maternel. Ainsi, l'importance numérique de l'émergence des larves chez cette espèce (élevage en conditions constantes 27° C et 80±5 % d'humidité relative sur tubercule blanc d'igname) est mise en évidence sur 90 femelles isolées et observées individuellement. L'ensemble des femelles ont donné au total 3781 larves, soit en moyenne 42,01±11,20 larves par femelle par jour.

Par ailleurs, le comptage des individus de *A. hartii* sur tubercules d'igname (298 individus vivants au total) a révélé l'émergence de beaucoup plus de femelles (283 individus) que de mâles (15 individus), soit 94,97 % de femelles et 5,03 % de mâles.

DUREE DES DIFFERENTS STADES PRE-IMAGINAUX DU PARASITE

Cette étude montre que le développement pré-imaginal du parasite s'effectue à l'intérieur de la Cochenille *A. hartii* qui représente son hôte. La durée des différents stades du parasite se présente comme l'indique le tableau 2. L'analyse de ce tableau permet de constater que les larves du 1^{er} stade au 4^e stade ont une durée de développement sensiblement identique. La nymphose est lente et dure beaucoup plus longtemps (6 jours) que les autres stades pré-imaginaux de l'endoparasite (1 à 3 jours).

La durée du cycle de développement est donc de 16 à 20 j. Celle-ci évaluée à partir du séjour endoparasitaire de l'insecte (Tableau 3) donne une valeur précise de 19,96± 1,24 jours.

Tableau 2 : Durée du développement des stades pré-imaginaux de *Adelencyrtus femoralis*.

Duration of the development pre- imaginal stages of Adelencyrtus femoralis.

| Stade pré-imaginal | Durée (j) |
|--------------------------|-----------|
| Incubation de l'œuf | 1 à 2 |
| Premier stade larvaire | 2 à 3 |
| Deuxième stade larvaire | 2 à 3 |
| Troisième stade larvaire | 3 |
| Quatrième stade larvaire | 2 à 3 |
| Stade Nymphal | 6 |
| Total | 16 à 20 |

Tableau 3 : Durée du séjour endoparasitaire de 100 femelles de *Adelencyrtus femoralis*.

Duration of the endoparasitic stage of 100 females Adelencyrtus femoralis.

| Durées (js) | Nombre de femelles | Durée totale (js) |
|-------------|--------------------|--------------------|
| 17 | 1 | 17 |
| 18 | 15 | 270 |
| 19 | 17 | 323 |
| 20 | 32 | 640 |
| 21 | 24 | 504 |
| 22 | 11 | 242 |
| Total | 100 | 1996 |
| Moyenne | | 19,96 ± 1,24 jours |

FECONDITE DU PARASITE

Elle indique la présence de 62 descendants (adultes de parasites ayant émergé des femelles de Cochenilles et ceux retrouvés morts dans les Cochenilles disséquées) soit en moyenne 12,4±1,5 descendants / femelle du parasite.

En outre, notre étude indique que sur un total de 309 individus observés, 228 femelles et 81 mâles ont été produits, soit 73,79 % de femelles et 26,21 % de mâles. Les femelles représentent à elles seules les 2/3 de la population de *A. femoralis*. Le rapport entre les individus femelles et les individus mâles s'établit à 2,81.

ACTION PARASITAIRE DE L'HYMENOPTERE

Impact de l'hyménoptère sur la fécondité de la Cochenille

L'analyse comparée des résultats (Tableau 4) montre que, sur un total de 270 femelles la cochenille ayant séjourné avec les femelles de *A. femoralis*, 200 sont parasitées (79 ($L_2 + \text{♀}_1$), 66 ♀_2 et 55 ♀_3) et 70 sont non parasitées. Les femelles non parasitées se répartissent comme suit : 11 ($L_2 + \text{♀}_1$), 24 ♀_2 et 35 ♀_3). Dans les trois tranches d'âge, les femelles parasitées ont une descendance moyenne plus faible que celles qui ne le sont pas, soit $5,17 \pm 4,47$ descendants par femelle contre $38,36 \pm 8,17$ descendants par femelle dans le cas des femelles jeunes ; $11,27 \pm 5,29$ descendants par femelle contre $38,13 \pm 6,75$ descendants par femelle concernant les femelles gestantes et $19,65 \pm 3,80$ descendants par femelle contre $34,91 \pm 4,98$ descendants par femelle pour les femelles productrices.

L'analyse statistique des données recueillies en vue de mettre en évidence une éventuelle action du parasite sur la descendance de l'hôte indique :

- pour les femelles jeunes de cochenilles,

$F_{1,2} = 3,34$ valeur de F (coefficient de sécurité : 95 %) = 2,60 ;

- pour les femelles gestantes de cochenilles,

$F_{1,2} = 1,63$ valeur de F (coefficient de sécurité : 95 %) = 1,85 ;

- pour les femelles productrices de cochenilles,

$F_{1,2} = 1,71$ valeur de F (coefficient de sécurité : 95 %) = 2,20.

La comparaison, dans chacun des 3 cas, de la variance des descendants des femelles de cochenilles parasitées et non parasitées, au risque de 5 % montre qu'il n'y a pas de différence significative entre la descendance des femelles gestantes parasitées et non parasitées et celle des femelles productrices parasitées et non parasitées. Le rapport de variances est nettement supérieur à la valeur de F dans le cas des femelles jeunes. Il existe donc une différence significative entre la descendance des femelles jeunes parasitées et celle des femelles jeunes non parasitées. Par conséquent, la fécondité des femelles jeunes de cochenilles semble plus affectée par la ponte des femelles de parasite.

Tableau 4 : Descendance de 270 femelles de *A. hartii* ayant séjourné avec 10 femelles de *A. femoralis*.

Descent of 270 females' Aspidiella hartii that stayed with 10 females' A.femoralis.

| Femelle de <i>A. hartii</i> | 90 femelles $L_2 + \text{♀}_1$ | | 90 femelles ♀_2 | | 90 femelles ♀_3 | |
|-----------------------------|--------------------------------|-----------------|--------------------------|------------------|--------------------------|------------------|
| | Non parasitées | Parasitées | Non parasitées | Parasitées | Non parasitées | Parasitées |
| Nombre de femelles | 11 | 79 | 24 | 66 | 35 | 55 |
| Total | 422 | 409 | 915 | 744 | 1222 | 1081 |
| Moyenne | $38,36 \pm 8,17$ | $5,17 \pm 4,47$ | $38,13 \pm 6,75$ | $11,27 \pm 5,29$ | $34,91 \pm 4,98$ | $19,65 \pm 3,80$ |

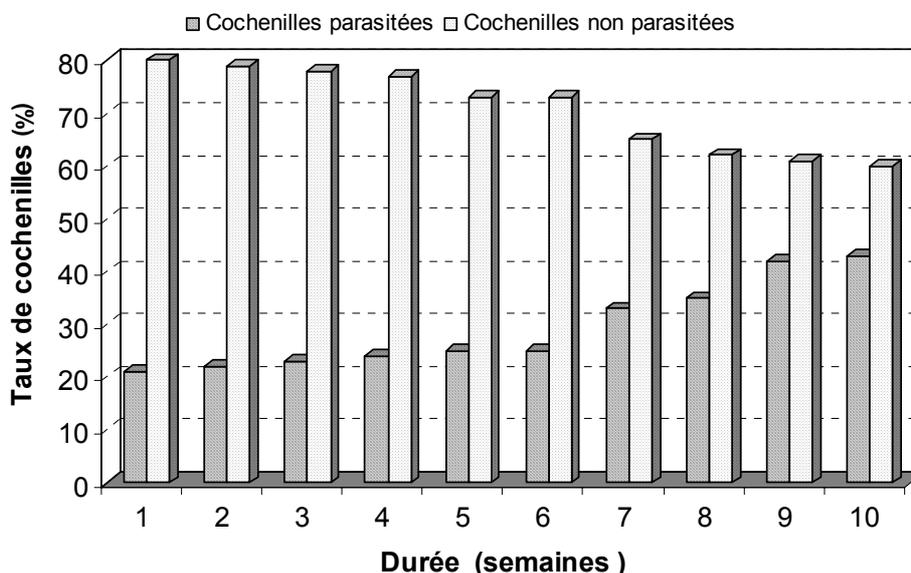
Evolution des cochenilles naturellement parasitées par *A. femoralis*

Les résultats de l'évolution de la population de cochenilles naturellement parasitées par *A. femoralis* (Figure 1), montrent que le taux de cochenilles non parasitées décroît de la 1^{ère}

semaine à la 6^e semaine. La décroissance a d'abord été lente, puis rapide de la 6^e à la 7^e semaine. Au contraire, celui représentant le taux de cochenilles parasitées a augmenté de la 1^{ère} à la 6^e semaine, d'abord lentement, puis assez rapidement, à partir de la 6^e semaine pour atteindre une valeur maximale à la 10^e semaine.

Figure 1 : Evolution de la population de cochenilles naturellement parasitées au terme de 75 jours d'observation.

Evolution of naturally parasited cochineals population at the end of 75 days of observation.



POSSIBILITE D'UTILISATION DE L'HYMÉNOPTÈRE DANS LA LUTTE BIOLOGIQUE

Evolution théorique de la population de cochenille

L'évolution théorique de la population de cochenille a été estimée à partir des paramètres biologiques précédemment déterminés. Ce sont : la fécondité moyenne qui est de 42,01 larves/ femelle ; la sex-ratio, de l'ordre de 5,03 % de mâles et 94,97 % de femelles et le taux de survie qui est de 23,99 %.

En tenant compte des données précédentes, le nombre total de descendants femelles issus d'une femelle de cochenille sera :

$A = (k \times 23,99) / 100 = 9,34$ femelles, avec $k = (42,01 \times 94,97) / 100 = 39,89$ étant l'effectif initial des descendants femelles.

Ce paramètre A ainsi obtenu, permet d'établir une relation entre le nombre de femelles de cochenilles (y) et la durée de développement des générations successives (x) :

$y = A^{x/\alpha}$ avec $\alpha = 33,69$ (durée de développement de la première génération). Cette formule est celle d'une progression géométrique (Tableau 5) dans laquelle A représente la raison.

Evolution théorique de la population de l'hyménoptère

Les paramètres biologiques du parasite sont : la fécondité moyenne de la femelle, qui est de 12,4 descendants adultes / femelle ; la durée de développement, qui est de 19,96 jours et la sex-ratio qui est en faveur des femelles, avec 73,79 % de femelles et 26,21 % de mâles.

Ainsi, le nombre total de descendants femelles B issus d'une femelle du parasite est :

$B = (73,79 \times 12,4) / 100 = 9,15$ femelles

La connaissance du paramètre biologique B permet d'obtenir une relation entre le nombre total de femelles de parasite (y) et la durée de développement des générations successives (x) :

$y = B^{x/\alpha}$ avec $\alpha = 19,96$ (durée de développement de la première génération). Cette relation exprime d'une progression géométrique (Tableau 5) où B représente la raison.

Evolution chronologique comparée des effectifs de cochenilles et de l'hyménoptère

L'évolution chronologique théorique des descendants femelles de cochenille et de l'hyménoptère permet de noter 2 périodes d'évolution de ces populations : une première

période qui s'étend de 19 à 33 j, au cours de laquelle l'effectif des populations de cochenille est relativement plus élevé que celui des populations de l'hyménoptère et une deuxième période, qui part de 38 à 66 j, au cours de laquelle l'effectif des populations de cochenille est très faible, par comparaison aux populations de l'hyménoptère (Tableau 5).

Tableau 5 : Evolution théorique des descendants femelles de cochenille et de l'hyménoptère.

Theoretical evolution of the females' descent of cochineal and hymenoptera.

| Durées (j) | Nombre de femelles de cochenille | Nombre de femelles d'hyménoptère |
|------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 0 | 1 | 1 |
| 19 | | 9,15 |
| 33 | 9,34 | |
| 38 | | 83,72 |
| 57 | | 766,06 |
| 66 | 87,24 | |

DISCUSSION

L'identification des différents stades de la cochenille a été nécessaire pour une meilleure connaissance du développement post-embryonnaire de cet insecte. Les observations faites à cet effet, ont permis d'obtenir des résultats semblables à ceux de Foua-bi (1982). Cet auteur a également noté, que la distinction des différents stades de la cochenille est perçue par la sécrétion du bouclier qui recouvre l'insecte. De même, cette formation caractéristique du bouclier des différents stades successifs des cochenilles diaspines a été observée par Benassy (1961) chez une cochenille voisine (*Pseudaulacaspis pentagona* TARG). Tout comme ces auteurs, trois types de femelles au stade femelle adulte ont été identifiés, de même que deux formes du stade larvaire de la cochenille. Il s'agit de la forme active ou «larve marcheuse» et de la forme fixée ou «larve du premier stade fixée».

La durée du cycle biologique de la lignée femelle de *Aspidiella hartii* estimée à $33,69 \pm 1,42$ j, est proche de celle de la cochenille transparente du palmier à huile *Aspidiotus destructor* SIGNORET (33 j) obtenue par Abo (1992). Par contre, la durée des différents stades évolutifs de *A. hartii*, dans nos conditions d'élevage (27° C, 80 ± 5 % HR et une lumière continue de 40 Watts), est différente de celle observée par Foua-bi (1982) dans des conditions d'expérimentations différentes (25° C ; 70 ± 5 %

d'humidité relative et un éclairage de 16 h). Cette différence serait due aux conditions microclimatiques locales et à l'état physiologique de la plante hôte, Benassy (1961).

La prédominance des femelles par rapport aux mâles dans la descendance de la femelle de *A. hartii* a conduit à excludre, chez cette cochenille, tout comme chez *Pseudaulacaspis pentagona* TARG, l'hypothèse d'une seule voie de reproduction courante chez les cochenilles, notamment la parthénogenèse thélitoque (Balachowsky, 1939).

La fécondité moyenne des femelles de *A. femoralis* est de $12,4 \pm 1,5$ descendants / femelle. En effet, l'étude de la fécondité met en évidence une capacité de fécondité faible ($12,4 \pm 1,5$ descendants / femelle) qui garde cependant, une certaine valeur. Car, un œuf pondu l'est dans une cochenille-hôte, notamment, au sein de la femelle jeune qui présente toutes les aptitudes nécessaires pour assurer un développement normal du parasite. Par ailleurs, le cycle de développement de la femelle de *A. femoralis* est conditionné par la présence de l'hôte, dans la nature. La brièveté du développement endoparasitaire ($19,96 \pm 1,24$ j) permet à la femelle du parasite d'avoir un nombre plus élevé de générations que la cochenille *A. hartii* dont la durée de développement est plus longue ($33,69 \pm 1,42$ j).

L'abondance des femelles (228 individus) par rapport aux mâles (81 individus) chez le parasite, semble être un bon indicateur de la

possibilité d'utilisation de *A. femoralis* dans la lutte contre la cochenille car seules les femelles manifestent le parasitisme vis-à-vis des cochenilles.

L'action du parasite sur la fécondité des femelles de *A. hartii* diffère suivant l'âge de la femelle de cette cochenille. Les femelles du parasite exercent par leur ponte, une influence beaucoup plus nette sur la fécondité des femelles jeunes de cochenille par rapport aux femelles gestantes et aux femelles productrices. Ainsi, les femelles jeunes émettent très peu de larves. Les femelles productrices en expulseront beaucoup plus que les femelles gestantes, après que le parasite ait pondu dans leur corps. Tout se passe comme si la présence de la larve du parasite à l'intérieur de la cochenille empêchait les ovocytes de poursuivre leur développement. Il semble exister un développement concurrentiel entre l'hôte et le parasite comme l'a souligné Biliotti (1964).

Ces résultats sont comparables à ceux de Fouabi (1982) qui fait le constat selon lequel, les femelles jeunes sont celles qui sont préférentiellement choisies par le parasite pour la ponte. Ils font également rappeler les observations de Benassy (1961) sur *Prospaltella berleseii* dont la capacité de ponte est plus importante chez les femelles jeunes de *Pseudolacaspis pentagona* que chez les seconds stades femelles de cette cochenille. Il s'agit donc d'un phénomène généralisable chez les cochenilles diaspines et même chez les insectes dont les œufs ont besoin de vitellus pour se développer. Les œufs privés de vitellus ne sont pas viables.

L'étude portant sur l'évolution des cochenilles naturellement parasitées par *A. femoralis* montre que la présence du parasite sur les tubercules d'igname est conditionnée par une certaine populations de cochenille *A. hartii*. En effet, au cours des six premières semaines, l'augmentation régulière et lente du taux de parasitisme s'observe au début de l'infestation, par suite de la densité relativement faible des parasites, par rapport à celle élevée de l'hôte. Cela traduit l'installation d'une population du parasite avec effet multiplicateur de la succession des générations. A partir de la sixième semaine, survient une recrudescence rapide du taux de parasitisme de *A. femoralis* alors que la densité de populations de l'hôte demeure relativement faible par rapport à celle observée précédemment. Ainsi, les cochenilles parasitées deviennent

relativement plus abondantes car chaque parasite femelle émergé trouve suffisamment d'hôtes pour déposer ses œufs. Des résultats similaires ont été obtenus par Le Rü et Fabres (1987) avec l'hyménoptère *Epidinocarsis lopezi* MATILE-FERRERO. Ces observations semblent indiquer que le parasite serait capable de répondre à une abondance de l'hôte en augmentant ses propres effectifs. De ce fait, *A. femoralis* peut être utilisé en lutte biologique contre *A. hartii*.

En outre, en partant d'une femelle de cochenille et d'une femelle de l'hyménoptère, au bout de deux mois environ, la population de l'Hyménoptère dépasse de loin celle de la cochenille. Autrement dit, pour une durée de développement sensiblement identique, soit 66 j de développement pour la femelle de la cochenille et 57 j pour la femelle de l'hyménoptère, la femelle du parasite développe 3 générations de femelles, tandis que celle de la cochenille ne développe que 2 générations.

Ainsi, l'effectif des populations de *A. femoralis*, établi de manière théorique, évolue plus rapidement que celle de la cochenille. Il n'est pas toujours aisé de transposer cette théorie dans la réalité, parce qu'on note, très souvent, des populations de cochenille numériquement plus importantes que celles de l'hyménoptère.

Toutefois, l'évolution rapide des cochenilles parasitées, en rapport avec l'augmentation des effectifs de l'hôte, confère à l'hyménoptère les aptitudes nécessaires pour le contrôle des populations de la cochenille.

CONCLUSION

Cette étude révèle que l'hyménoptère *Adelencyrtus femoralis*, bien que doté d'une fécondité relativement faible, est capable de contrôler les pullulations de la cochenille brune de l'igname *Aspidiella hartii*.

Cependant, les limites de l'efficacité de l'hyménoptère sont mises en évidence par un effectif relativement faible par rapport à la cochenille et surtout par son arrivée tardive.

Cette lutte biologique, moins onéreuse, serait beaucoup plus avantageuse pour le paysan si l'on envisageait la prise en compte d'un effectif beaucoup plus important de parasites. Ce qui pourrait aboutir à des résultats satisfaisants.

REFERENCES

- Abo (K.) 1992. Contribution à l'étude de la Cochenille *Aspidiotus destructor* SIGNORET (*Homoptera Diaspididae*) sur regime de palmier à huile *Elaeis guineensis* JACQUIN. Diplôme d'Agronomie Approfondie, ENSA, Yamoussokro, 54 p.
- Ajayi (O. A.) et Madueke (L. U.) 1990. A study of weight loss of stored yam (*Dioscorea cayenensis*) as affected by ventilation of the storage locations. *Journal of the science of food and agriculture*, 50 275 - 260.
- Ake assi (L.) 1984. Flore de la Côte d'Ivoire : Etude descriptive et bio-géographique, avec quelques notes ethnobotaniques. Thèse de Doctorat, Faculté des Sciences, Université d'Abidjan, 6 fascicules, 1206 p.
- Anguete (K.) 2003. Production et gestion des semenceaux et boutures des plantes à racines et tubercules : l'igname et le manioc. AISA développement n°8 : 4-16.
- Anonyme, 1994. Ministère de l'Agriculture et des Ressources Animales - Direction de la Programmation (MINAGRA-DP). Côte d'Ivoire. *Annuaire des statistiques agricoles*, 113p.
- Balachowsky (M. A.) 1939. Les Cochenilles de France, Europe, du nord de l'Afrique et du bassin méditerranéen. Caractères généraux des Cochenilles : Reproduction, Développement embryonnaire, post-embryonnaire. Paris. HERMANN et Cie, I : 67 p et II : 59 p.
- Benassy (C.) 1961. Contribution à l'étude de l'influence de quelques facteurs écologiques sur la limitation des pullulations de Cochenilles-Diaspines. Thèse de Doctorat Faculté des sciences, Université de Paris, *Ann. INRA* : 165 p.
- Biliotti (E.) 1964. La lutte biologique, chap. II : les Entomophages. *Rapport D.G.R.S.T* : 120 p.
- Foua-bi (K.) 1982. Etude de *Aspidiella hartii* CKLL (*Homoptera-Diaspididae*) déprédateur des ignames en Côte-d'Ivoire. Thèse de Doctorat d'Etat Es-Sciences. Nat. Univ. Nat. Abidjan, 240 p.
- Girardin (O.) 1996. Technologie après récolte de l'igname : étude de l'amélioration du stockage traditionnel en Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat ès sciences techniques. Ing. agro. diplôme E.P.E.Z.(Ecole Polytechnique Fédérale Zurich (SUISSE), 136 p.
- Le Rü (B.) et Fabres (G.) 1987. Taux intrinsèque d'accroissement naturel de la Cochenille du manioc, *Phenacoccus manihoti* MATILE FERRERO (*Hom Pseudococcidae*). Intérêt d'une méthode simplifiée de rm *Acta oecologia, oecol. Applic.* 8 (1) : 3-14.
- Nindjin (C.) 1994. Etude des qualités sensorielles des tubercules d'igname *Disocorea alata* en conservation. Diplôme d'Etude Approfondie (DEA), Département de Biochimie, Université de Cocody, 41 p.
- Sauphanor (B.) et Ratnadass (A.) 1985. Problèmes entomologiques liés à la conservation de l'igname en Côte d'Ivoire. *Agronomie Tropicale*, 40 (3) : 261 - 269.
- Sika (N. A.), 1998. Etude des interactions hôte-parasite : cas de la Cochenille brune de l'igname, *Aspidiella hartii* COCKERELL (*Homoptera, Diaspididae*) et de son parasite, *Adelencyrtus femoralis* COMPERE et ANNECKE (*Hymenoptera, Encyrtidae*). Thèse de doctorat 3ème cycle Es- Sciences Nat. Univ. Nat. Abidjan, 110 p.
- Waage (J. K.) et Greathead (D. J.) in Girling (D. J.) 1992. Principes et applications de la lutte biologique. Manuel de Lutte biologique (PNUD / FAO), 1 : 5 - 116.