

CNO 10-1528  
H110  
DIE

REPUBLIQUE DU SENEGAL

MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL

DIRECTION DE LA PROTECTION  
DES VEGETAUX

INSTITUTS SENEGALAIS DE  
RECHERCHES AGRICOLES

ETUDE BIOLOGIQUE AU LABORATOIRE DE BRACON HEBETOR SAY  
(HYMENOPTERE : BRACON IDAE)

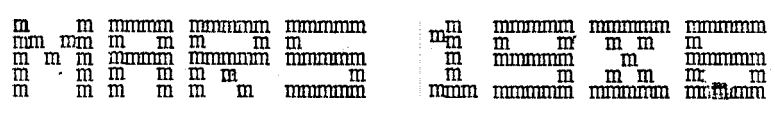
PARASITE DE RAGHUYA ALBIPUNCTELLA JOANNIS  
(LEPIDOPTERE : NOCTUIDAE)

ET DE EPHESTIA KUEHNIELLA ZELL  
(LEPIDOPTERE : PHYLLOPHAGIA IDAE) AU SENEGAL

PAR ELOI DIEME  
ENTOMOLOGISTE

|                           |         |
|---------------------------|---------|
| C.N.R.A. - DAKAR - S.S.D. |         |
| Date                      | 3-12-86 |
| N° de                     | 86/0226 |
| Requis                    | CND     |
| Destinataire              | SR/AR   |

SOUS-PROGRAMME DE LUTTE BIOLOGIQUE  
PROJET CILSS DE LUTTE INTEGREE  
NIGRO-DU-RIP  
SENEGAL



## INTRODUCTION

Bracon (Habrobracon) hebetor Say appartient à la super-famille des Ichneumonidea et à la famille des Braconidae ; Hyménoptère térébrant parasite des chenilles de nombreux ravageurs des céréales surtout stockées. Comme beaucoup de Braconidae, le genre Bracon est cosmopolite et est présent dans toute l'Afrique Occidentale et dans de nombreux autres pays. L'espèce étudiée a été **décrite** au Sénégal par Risbec (1950 ?) où elle s'attaque à diverses chenilles des lépidoptères des denrées stockées.

Les hôtes que nous avons choisis pour son étude au laboratoire sont Ephestia kuehniella Zell et Raghuva albipunctella Joannis en période hivernale seulement pour ce dernier.

La souche étudiée a été obtenue des larves parasitant des chenilles de R. albipunctella. Cette souche a été constamment renforcée par des introductions des adultes récoltées dans les greniers à mil des paysans.

Le but de cette étude est d'apporter certaines précisions sur B. hebetor permettant d'augmenter sa population afin de mieux l'utiliser pour lutter plus efficacement contre R. albipunctella important ravageur du mil au **Sénégal** comme proposé dans le document de Bhatnagar (1983).

L'étude effectuée est loin d'être complète et beaucoup d'autres points méritent d'être vérifiés.

Après avoir résumé les méthodes et techniques d'élevages d'Ephestia kuehniella, nous avons traité :

- Les méthodes d'élevage de B. hebetor
- La morphologie et biologie des imagos
- L'accouplement et la longévité des imagos
- Le rôle de l'aliment sucré
- Cycle de B. hebetor
- Fécondité des femelles et comportement de ponte
- Influence de l'accouplement et du groupement sur la fécondité des femelles
- Variation quotidienne de la ponte
- Pontes sur chenilles d'Ephestia de différentes dimensions
- Nombre de chenille de Raghuva pouvant être parasités ou tués par B. hebetor
- Mortalité de B. hebetor aux différents stades de développement
- Le sex ratio.

# 1 TECHNIQUES ET METHODES D'ELEVAGE(S) D'EPHESTIA KUEHNIELLA ZELL

Les élevages sont effectués en salle climatisée où la température varie entre 22 et 26°C et l'hygrométrie entre 58 et 79 % ; la photopériode est de 12 heures de lumière, pour 24 heures. Ephestia kuehniella est presque cosmopolite, elle attaque surtout les farines et les graines des céréales en stockage dont le maïs.

## 1. Imagos et Ponte

Selon son importance, l'élevage des insectes peut être envisagé de deux façons différentes :

- L'élevage dit de "massé", nécessite alors des moyens importants en personnel et matériel.
- L'élevage dit de laboratoire qui nécessite une production également permanente d'insectes, mais en quantité réduite.

La mise au point effectuée, au laboratoire d'un élevage suppose nécessairement que plusieurs cycles complets puissent être obtenus successivement. Le maintien des adultes produits, l'induction des pontes et l'élevage des larves nécessitent des techniques très particulières.

Les adultes récoltés dans les boîtes rectangulaires sont placés dans des cages rectangulaires en matière plastique. Leur dimension est de 30 x 50 cm. L'ouverture est assurée par le sommet grâce à un couvercle. Un grillage est placé à 20 cm du fond de la cage ; un autre très fin placé au fond de la cage recueille les oeufs. Un flacon contenant de l'eau sucrée à 10 % dont l'ouverture est bouchée par un tampon de coton qui trempe dans le liquide permet l'alimentation des imagos. Les oeufs pondus par les femelles passent à travers le premier grillage pour s'accumuler dans le second. Ils sont récoltés et mis dans des boîtes contenant chacun 250 grammes de mil ou de maïs broyé. 1500 oeufs environ sont mis dans chaque-boîte à cause du très faible pourcentage (entre 10 et 15%) d'éclosion.

Des morceaux de carton ondulés de 50 cm de long environ reliés entre eux par un fil de fer sont placés dans chaque boîte. L'éclosion a lieu dans ces boîtes. Les néonates passent ensuite dans la farine pour leur développement et la nymphose a lieu dans les alvéoles des cartons ondulés. Il faut noter qu'une atmosphère faiblement humide (3 à 10 %) est maintenue dans chaque boîte pour éviter un développement des moisissures.

## 2. Cycle d'Ephestia

La reproduction d'Ephestia kuehniella est assurée de façon permanente au laboratoire. Le nombre des larves disponibles pour le parasitage reste élevé grâce au nombre élevé de pontes obtenues par semaine.

Après une incubation en moyenne de 5 jours (3 à 8 jours), les néonates éclosent et commencent quelques temps après à se nourrir. La nourriture est constituée de mil ou de maïs broyé.

Les oeufs sont blanc-crème à la ponte. Ils deviennent noirâtre quelques temps avant l'éclosion. Ce noircissement est dû au brunissement de la capsule céphalique des futures larves.

Le développement larvaire comporte plusieurs stades ; 5 à 6 stades ont été dénombrés dans nos conditions d'élevage et 3 à 4 jours entre les mues. Des mues surnuméraires ont été observées ; la durée du développement larvaire est de 15 jours pour les chenilles normalement nourries. Les chenilles issues de la même ponte ne croissent pas à la même vitesse, un certain nombre croissent plus lentement et ont une durée de vie larvaire de plus de 25 jours. La mortalité larvaire est maximale au cours du premier stade.

3. La durée du stade nymphale est de 10 à 14 jours dans nos élevages.

4. La longévité des papillons est de l'ordre de 3 à 8 jours et la ponte a lieu à partir du premier jour après l'émergence. Cette émergence a lieu 30 à 45 jours après la ponte. Il faut noter que des cycles de 79 à 83 voire 102 jours ont été obtenus avec des élevages hors laboratoire et dans des conditions naturelles.

## 5. Discussion

Les difficultés de l'élevage d'Ephestia sont essentiellement : le développement des moisissures dans les boîtes d'élevage, le nombre assez élevé des oeufs qui n'éclosent pas, la mortalité des larves au premier stade. Les causes de la lenteur de la croissance des chenilles sont liées surtout au sur-nombre des larves dans les boîtes. Pour l'élevage de Bracon sur Raghuva les chenilles de Raghuva utilisées n'ont pas été élevées au laboratoire mais récoltées directement des champs.

## II. METHODES D'ELEVAGE DE BRACON HEBETOR SAY

L'élevage de B. hebetor se faisait dans la même salle.

### 1. Matériels et méthodes d'élevage

Les adultes venant de sortir des cocons sont transférés dans des boîtes contenant des chenilles d'Ephestia ou de Raghuva. Les boîtes pour l'élevage en masse sont de forme rondes avec des dimensions de 14 cm diamètre et 1,5 cm profon-

deur. Les boîtes qui servent pour l'étude individuelle des parasites sont cylindriques, de 5 cm de diamètre et 2 cm de hauteur. Toutes les boîtes sont fermées hermétiquement pas de trous d'aération.

Dans les deux types de boîtes, la nutrition des adultes se fait avec de l'eau sucrée à 10 % contenue dans un petit flacon bouché par un coton humide. Les bracons sont transférés toutes les 36 heures dans de nouvelles boîtes contenant des chenilles d'Ephestia ou de Raghuva. Le transfert des Bracon adultes est effectué à l'aide d'un petit aspirateur. Nous transférons de préférence les Bracons plutôt que les chenilles parasitées. Ceci pour éviter que les oeufs de Bracon ne se détachent des chenilles au moment de la manipulation. L'insecte étant ectoparasite, on voit à la loupe binoculaire et à l'œil nu ses oeufs collés sur le dos et les côtés des chenilles. Ces chenilles sont laissées dans les boîtes jusqu'au développement complet des larves de Bracon. L'élevage des nymphes s'effectue dans la même boîte que celle des larves. On attend la sortie des adultes que l'on récolte quotidiennement à l'aide d'un petit aspirateur.

La proportion des sexes à respecter est de 1 mâle pour 4 femelles et on peut mettre dans les grandes boîtes 10 mâles et 40 femelles. Cependant de meilleures reproductions sont obtenues avec une proportion d'1 mâle pour 2 femelles. On utilise de préférence des chenilles d'Ephestia du dernier stade. Pour Raghuva celles du 4ème ou 5ème peuvent être utilisées.

## 2. Discussion

Nous avons pu obtenir dans les conditions de notre salle d'élevage un élevage permanent et satisfaisant de B. Hebetor. L'inconvénient des boîtes utilisées est que les insectes restent souvent sur le couvercle ou sur les coins ; ce qui fait qu'on les écrase parfois. Les grandes boîtes sont peu commodes pour les expériences ; mais facilitent bien les élevages en masse. Les petites boîtes sont assez pratiques pour les expériences à effectuer. La nutrition avec de l'eau sucrée à 10 % paraît favoriser la prolongation de la vie des adultes.

Le rôle de l'eau sucrée dans la survie des adultes de Bracon fera l'objet d'un paragraphe. Les chenilles à parasiter doivent être choisies parmi les plus grandes. Dans le cas où on manque de chenilles à faire parasiter, on peut retarder la sortie des Bracons en conservant pendant une semaine et plus les cocons au frigidaire à une température de 10 à 15 °C. Les chenilles parasitées doivent être manipulées avec beaucoup de soin pour éviter le détachement des oeufs ou des larves.

Un nombre élevé de larves de B. hebetor sur une chenille de Raghuva ou d'Ephestia entraîne soit la mort de certaines larves, soit une croissance lente des larves ; il y a donc lieu de mettre en proximité de la chenille parasitée par de nombreuses larves de Bracon, une chenille paralysée et non parasitée.

### 3. Morphologie sommaire des imagos

La description de B. hebetor est faite par quelques entomologistes en particulier par Risbec (1950) qui donne les descriptions suivantes :

Tête : Prognate, jaune-paille avec des yeux noirs et des ocelles brun-rouge presque noirs. Pubescence rousse sur la tête. Les antennes sont presque noires avec 15 articles pour les mâles et 13 pour les femelles. Elles sont robustes, régulièrement atténuées, à pubescence rousse.

Thorax : Le thorax est plutôt roux que noir. Les ailes sont transparentes, légèrement enfumées dans leur moitié proximale. Pterostigma gonflé, brun. Les pattes varient du jaune-paille foncé au brun plus foncées vers l'extrémité des tibias, le dernier article des tarsi, les hanches, la partie proximale des cuisses.

Abdomen : L'abdomen est également de couleur jaune-paille. Celui de la femelle est plus volumineux que celui du mâle. La tarière est cachée entre les valves noires pubescentes.

Il faut noter que les individus élevés au laboratoire sont de couleur assez noire, alors que ceux provenant de l'extérieur sont plutôt roux.

### 4. Dimorphisme sexuel

Le dimorphisme sexuel est bien marqué, chez B. hebetor ; la distinction entre mâle et femelle se fait aisément à l'oeil nu. Les mâles sont de taille plus petite que les femelles, les antennes plus longues et l'abdomen plus petit. Sur l'abdomen de la femelle on peut observer des bourrellets latéraux jaune clair alors que les faces dorsales et ventrales sont plutôt de coloration rousse pour les individus venant de l'extérieur et noire pour ceux élevés au laboratoire.

### 5. Biologie des imagos

Des descriptions de la biologie imaginale de B. hebetor ont été faites par Risbec (1950), Hussian et Jafar (1970), Alekseev (1972) et Lum et Flaherty (1973-1981), Benson J.F. (1973-1974).

Aucune étude complète ne semble avoir été effectuée sur B. hebetor en Afrique, en particulier de l'ouest. De nombreux insectes sont par contre cités comme étant des hôtes de B. hebetor en Afrique et au Moyen-Orient. Parmi ceux-ci nous, avons : Ephestia cautella Walk, Ephestia kuehniella Zell, Achroia grisella, Corcyra cephalonica Staint, Plodia interpunctella Hb, Ostrinia nubilalis Hb, Sitotroga cerealella Oliv, Epichoristodes acerbella Walk, Heliothis armigera Hb, Spodoptera littoralis Walk, Rhopalocampa forestan GR, Crociodolomia binotalis Zell.

Le pourcentage de parasitisme de ces ravageurs par Bracon hebetor varie d'un insecte à l'autre.

#### 5.1 Cadence de sortie des adultes de Bracon hebetor (Tableau n° 1)

Contrairement à certains parasites, aucune protandrie n'a été signalée chez B. hebetor. Le décallage des temps d'émergence des mâles et femelles n'est pas net chez B. hebetor voir tableau. Ce qui peut jouer un rôle important dans la variation du sex-ratio. La sortie des femelles en premier lieu ou en nombre beaucoup plus élevé peut entraîner en effet celles-ci à pondre avant leur fécondation or les femelle non fécondées ne donnent que des mâles. Une sortie des mâles en premier serait plutôt souhaitable. Il faut rappeler qu'il est possible de retarder la sortie des imagos en conservant les nymphes dans un réfrigérateur à une température de 10 à 15°C.

Sur le cocon, le trou de sortie peut être fait à n'importe quel endroit ; mais le plus souvent sur sa partie supérieure. Il arrive mais assez rarement que les adultes n'arrivent pas à quitter leur cocon; on observe alors des mortalités. Les jeunes adultes sortis des cocons, restent pendant un temps assez court sur place avant de se déplacer. Les mâles partent à la recherche sans doute des femelles et peuvent s'accoupler tout de suite. Il faut noter que certains Bracons meurent dans le cocon au dernier stade de développement nymphal. Les causes de cette mort nous reste inconnues.

Tableau n° 1 : Cadence de sortie des adultes de Bracon des oeufs pondus le même jour sur différentes chenilles d'Ephestia

Les observations ont porté sur les pontes de 6 couples.

| Couples | Date d'émergence | Emergence des adultes |        |       | Observations   |
|---------|------------------|-----------------------|--------|-------|--|
|         |                  | Nbre ♂                | Nbre ♀ | Total |  |
| I       | 4/6/85           | 5                     | 8      | 13    | Prédominance des femelles à la 1 <sup>è</sup> sortie<br>1/2 sex ratio    |
|         | 5                | 5                     |        | 5     |  |
|         | 6                | 1                     | 3      | 4     |  |
|         | Total            | 11                    | 11     | 22    |  |
| II      | 4/6/85           | 5                     | 11     | 16    | Prédominance des femelles à la 1 <sup>è</sup> sortie<br>1/2,8 sex ratio  |
|         | 5                |                       | 3      | 3     |  |
|         | 6                | -                     | -      |       |  |
|         | Total            | 5                     | 14     | 19    |  |
| III     | 4/6/85           | 8                     | 1      | 9     | Prédominance des mâles à la 1 <sup>è</sup> sortie<br>1/1,08 sex ratio    |
|         | 5                | -                     | 4      | 4     |  |
|         | 6                | 3                     | 4      | 7     |  |
|         | 7                | 3                     | 5      | 8     |  |
|         | Total            | 14                    | 15     | 29    |  |
| IV      | 4/6/85           | 17                    | -      | 17    | Femelle non fécondée<br>100% mâle  |
|         | 5                | 9                     | -      | 9     |  |
|         | 6                | 2                     | -      | 2     |  |
|         | 7                |                       | -      | -     |  |
|         | 8                |                       | -      | -     |  |
|         | Total            | 28                    | 0      | 28    |  |
| V       | 4/6/85           | 1                     | 6      | 7     | Prédominance des femelles à la 1 <sup>è</sup> sortie<br>1/1,94 sex ratio |
|         | 5                | 5                     | 5      | 10    |  |
|         | 6                | 3                     | 8      | 11    |  |
|         | 7                | 4                     | 6      | 10    |  |
|         | Total            | 13                    | 25     | 38    |  |
| VI      | 4/6/86           | 4                     | 8      | 18    | Prédominance des femelles à la 1 <sup>è</sup> Sortie<br>1/1,23 sex ratio |
|         | 5                | 1                     | 5      | 6     |  |
|         | 6                | 2                     | -      | 2     |  |
|         | 7                | 5                     | 2      | 7     |  |
|         | Total            | 12                    | 15     | 27    |  |



### 5.2 Accouplement

La rencontre entre le mâle et la femelle survient peu de temps après l'**émergence**. C'est souvent le mâle qui fait le déplacement. Dès qu'il rencontre la femelle il la touche avec ses antennes, parfois à plusieurs reprises. Si la femelle accepte, elle reste immobile et le mâle monte sur elle soit du côté de la tête, soit du côté postérieur de celle-ci. L'abdomen **de la femelle s'étend** légèrement, le mâle courbe le sien dont les pièces copulatrices s'écartent et il cherche à prendre celles de la femelle. L'accouplement dure quelques secondes. La femelle reste immobile pendant toute la durée d'acceptation. Le couple est rarement généré par un autre mâle. Il arrive que la femelle n'accepte pas le mâle. Dans ce cas elle se débat pour dégager le mâle quand **celui-ci essaye** de s'accoupler. Elle se déplace ensuite et il est rare que le mâle la suive; il va plutôt vers d'autres femelles. Si le couple est seul dans le tube l'accouplement a lieu parfois après plusieurs **tentatives** du mâle. Nous avons observé une femelle qui a accepté trois accouplement avec le même mâle en l'espace d'une heure de temps.

Il arrive que la femelle se déplace vers le mâle qui peut s'accoupler avec plusieurs femelles. Une femelle peut également s'accoupler avec **plusieurs** mâles. Après l'accouplement, les **deux** individus se séparent et restent **rarement** côte à côte.

### 5.3 Longévité des imagos (tableau 2 page 10)

La longévité des imagos est variable, qu'ils soient nourris ou non ; celle des femelles **est légèrement plus** longue. Cette longévité varie de 3 à 17 jours avec une moyenne de 6 jours pour les mâles et 9 jours pour les femelles. La durée de vie des individus groupés est moins longue que celle des individus élevés par couple ou isolé; elle est de 7 jours pour les femelle et 5 jours pour les mâles dans nos conditions d'élevage.

#### 5.3.1 Individus isolés, maintenus à jeun et individus bien nourris en présence d'hôte

Les femelles fécondées, isolées et mises à jeun ont survécu en moyenne 8,9 jours. La durée la plus longue observée n'a pas dépassé 16 jours. Chez les femelles fécondées, nourries, isolées la durée moyenne est de 9,8 jours ; la durée la plus longue observée est de 17 jours. Pour une femelle fécondée et nourrie; et, 16 jours. pour la non nourrie La durée de vie **des femelles vierges** isolées alimentées ou nonalimentées est assez semblable à celle des femelles **fécondées (8,1 et 9,0 jours)**

Chez les mâles, les résultats paraissent parallèles à ceux des femelles. Les individus mis totalement à jeun vivent en moyenne 6,4 jours, la durée la plus longue observée est de 9 jours. Chez les mâles nourris, isolés, la durée moyenne de vie est de 6,6 jours, la **durée** la plus longue est 11 jours. Les **individus** nourris ont une **durée** de vie légèrement plus longue.

### 5.3.2 Individus groupés, nourris et en présence d'hôte

#### a - Cas de couples nourris et non nourris

Pour les femelles, la survie moyenne est de 10,8 jours pour la nourrie et 10,4 jours pour la non nourrie. La plus grande mortalité a été observée entre le 6<sup>e</sup> et le 15<sup>e</sup>me jour. On remarque avec curiosité que la durée de vie des femelles augmente un peu.

Pour le mâle, l'évolution de la survie s'effectue à peu près dans le même sens que pour les mâles isolés et nourris ; la longévité moyenne est de 5,8 jours, la plus grande mortalité est observée entre le 3<sup>e</sup> et le 6<sup>e</sup> jour.

#### b - Cas de groupes de 20 mâles et 40 femelles nourris

Pour la femelle, la longévité moyenne est de 7,4 jours, la mortalité maximale survient entre le 2<sup>e</sup> et le 10<sup>e</sup> jour.

Pour le mâle, la survie moyenne a été de 5 jours ; la mortalité maximale survient entre le 2<sup>e</sup> et 7<sup>e</sup> jour.

## 6. Discussion

Dans nos conditions d'élevage, les mâles isolés ou groupés avec des femelles, ont une longévité plus courte que celle des femelles ; les écarts observés sont de l'ordre de 3 jours voire une semaine et plus. La longévité la plus longue des mâles est de 14 jours alors que celle des femelles est de 17 jours. Si on compte le nombre des morts, on trouve en général des mâles dès le 2<sup>e</sup> jour et les femelles le plus souvent à partir du 3<sup>e</sup> voire le 4<sup>e</sup> jour.

### 6.1 Rôle de l'aliment sucré

Les adultes maintenus à jeun meurent un peu plus tôt que ceux qui sont nourris. Nous pensons qu'ils utilisent leurs réserves plus rapidement et s'épuisent ainsi plus vite que les individus nourris. L'efficacité de l'eau sucrée est donc évidente pour le maintien en vie des adultes, elle semble plus importante pour les femelle qui pondent.

### 6.2 Effet de l'hôte

Quant aux effets de l'hôte, nous n'avons pas de résultat spectaculaire. En comparant la survie moyenne des femelles isolées et mises à jeun avec celles des femelles nourries, nous constatons qu'il n'y a pas de grande différence. Il semble que les femelles nourries sans hôte ont une vie relativement plus longue que celles avec hôtes. Nous pensons que l'attaque des proies et la ponte épuisent plus vite les réserves de femelles.

## 6.3 Effets de groupe

Si l'on passe d'individus isolés à un couple, on constate que la longévité des femelles tend à augmenter ; celle des mâles par contre semble diminuer un peu. Si l'on passe d'un couple à un groupe de 20 mâles et 60 femelles on constate que la longévité des femelles comme celle des mâles tend à baisser. C'est dire que les femelles s'acharnent? à paralyser les chenilles sans y pondre. Ce qui diminue l'énergie dépensée ; tandis que pour les mâles qui meurent un peu plus vite quand les effectifs augmentent, nous avons pensé aux effets de l'accouplement. L'effet de groupe paraît stimuler en effet l'accouplement

Tableau 2 : Durée de vie des imagos de Bracon hebetor en jour, 15 individus observés par catégorie (Août 1985).

| Individus   | Individus isolés à jeun |       | Individus isolés nourris |       | Individus isolés femelles vierges |                | Couples |     |              |      | Groupe de 20 ♂ 60 ♀ |        |
|-------------|-------------------------|-------|--------------------------|-------|-----------------------------------|----------------|---------|-----|--------------|------|---------------------|--------|
|             | fécondés                | ♂     | ♀ fécondés               | ♂     | ♀ nourries                        | ♀ non nourries | nourris |     | non nourris. |      | nourris             |        |
|             | Nb. j                   | Nb. j | Nb. j                    | Nb. j | Nb. j                             | Nb. j          | ♀       | ♂   | ♀            | ♂    | ♀ fécondés          | ♂      |
| 1           | 5                       | 4     | 8                        | 8     | 10                                | 13             | 10      | 6   | 6            | 11   | (6) 2               | (4) 2  |
| 2           | 8                       |       | 12                       | 7     | 6                                 | 9              | 8       | 5   | 16           | 7    |                     |        |
| 3           | 11                      | 7     | 7                        | 9     | 5                                 | 7              | 9       | 9   | 16           | 2    |                     |        |
| 4           | 9                       | 6     | 9                        | 3     | 9                                 | 8              | 10      | 2   | 10           | 12   | (8) 3               | (2) 3  |
| 5           | 11                      | 8     | 8                        | 8     | 4                                 | 14             | 17      | -   | 8            | 9    | (11) 5              | (1) 4  |
| 6           | 11                      | 9     | 15                       | 2     | 6                                 | 8              | 16      | 9   | 13           | 5    | (9) 6               | (1) 5  |
| 7           | 9                       | 8     | 14                       | 8     | 7                                 | 9              | 16      | 2   | 9            | 2    | (6) 7               | (4) 6  |
| 8           | 11                      | 8     | 3                        | 11    | 14                                | 11             | 11      | 7   | 10           | 4    |                     |        |
| 9           | 16                      | 9     | 14                       | 2     | 5                                 | 4              | 8       | 7   | 8            | 7    |                     |        |
| 10          | 8                       | 9     | 6                        | 6     | 13                                | 16             | 9       | 5   | 5            | 5    |                     | (3) 7  |
| 11          | 6                       | 1     | 17                       | 8     | 8                                 | 3              | 11      | -   | 14           | 1    | (13) 8              |        |
| 12          | 9                       | 5     | 9                        | 5     | 9                                 | 7              | 6       | 6   |              | 2    | (2) 10              | (3) 8  |
| 13          | 8                       | 2     | 6                        | 9     | 11                                | 6              | 10      | 10  | 11           | 6    | (3) 13              |        |
| 14          | 4                       | 7     | 6                        | 9     | 7                                 | 11             | 12      | 2   | 7            | 5    | (1) 15              | (1) 9  |
| 15          | 8                       | 9     | 12                       | 5     | 8                                 | 9              | 10      | 3   | 13           | 4    | (1) 17              | (1) 13 |
| Moyn-<br>ne | 3,9                     | 6,4   | 9,8                      | 6,6   | 8,1                               | 9,0            | 0,8     | 5,6 | 0,4          | 6,19 | 7,4                 |        |

NB : ● Pour les femelles et les mâles groupés, le nombre d'individus est mis en parenthèse exp : (6) 2 = 6 individus ont vécu 2 jours.

● Non reporté la durée de vie des 60 femelles vierges.

● Nb.j = nombre de jours.

## 7. Biologie de la femelle

Le comportement prédateur des femelles des parasites varie suivant le genre et l'espèce. Chez B. hebetor, le comportement varie suivant les individus. Certaines femelles semblent s'agiter quand elles sont en présence des chenilles, d'autres, en particulier assez peu élevé, semblent plus ou moins indifférentes et ne s'attaquent aux chenilles que quand celles-ci arrivent à leur niveau, d'autres au contraire, se dirigent tout de suite vers la chenille qu'elle pique, tout de suite. Elles tendent à paralyser toutes les chenilles en mouvement. On peut voir même une femelle piquer à plusieurs reprises la même chenille. Nous avons observé une femelle qui a piqué à 3 reprises une même chenille. Mais jamais deux femelles n'attaquent à la fois le même hôte,

Pour paralyser son hôte, la femelle l'attaque en s'agrippant étroitement avec ses pattes et ses mandibules. Elle courbe l'abdomen sur le dos ou sur le côté de la chenille et enfonce l'aiguillon, sans doute près de la chaîne nerveuse. La piqûre est rapide quelques secondes sans relâcher l'hôte malgré les mouvements violents de la part de la chenille. Souffrant de la piqûre, la chenille bouge de moins en moins ; généralement une piqûre suffit pour immobiliser la proie. Cependant, les piqûres peuvent être répétées en différentes places de l'abdomen. La réaction de l'hôte s'affaiblit au bout de quelques temps ; il faut attendre généralement 5 à 22 minutes avant que la chenille ne soit complètement paralysée. Il semble que la paralysie commence par les pattes et les pièces buccales. Il faut noter que la paralysie de l'hôte est complètement permanente. Nous n'avons jamais observé une femelle entrain de s'alimenter du liquide s'écoulant parfois de la blessure qu'elle a provoquée sur la chenille, comme cela peut s'observer chez certains parasites.

## 8. Cycle de B. hebetor sur chenille d'Ephestia et de Raghuva

La durée globale (incubation des oeufs, développement larvaire et nymphale) a été suivi sur plusieurs individus tout au long de l'année sur chenilles d'Ephestia et pendant les mois de septembre et d'octobre sur chenilles de Raghuva.

La durée totale du cycle sur chenilles de Raghuva ou d'Ephestia varie entre 8 et 12 jours ; la durée est couramment de 8 jours.

Le cycle se compose comme suit :

- incubation des oeufs : 1 à 2 jours
- vie larvaire : 3 à 5 jours
- pré-nymphose : 1 jour
- nymphose : 2 à 5 jours.

Le temps exact de l'éclosion est parfois difficile à établir comme également la période de la pré-nymphe. La phase de nutrition des larves varie de 3 à 5 jours ; les larves n'abandonnent l'hôte que 4 à 7 jours après la ponte. Elles restent **auprès** de la dépouille de l'hôte et commencent à tisser des cocons blanchâtres peu compactes. La durée de tissage n'excède pas une journée. Il arrive **très** rarement que certaines larves ne finissent pas le tissage ; leur corps reste alors nu, elles meurent généralement. A la fin du tissage, les larves entrent en nymphe.

Il faut souligner qu'après l'éclosion, les alarves s'accrochent en enfonçant les extrémités des pièces buccales dans la cuticule de la chenille ; elles sont blanchâtres ; elles épuisent tout le contenu de l'hôte et ne laissent que le tégument et la capsule **céphalique**. La transformation de la larve en **nymphe** se produit **1 jour** après la pré-nymphe ; on remarque l'apparition d'appendices qui sont translucides au début, puis noircissent avant la sortie de l'imago. Aucune **diapause** n'a été observée dans nos élevages au laboratoire.

Tableau 3 : Cycle de Bracon hebetor sur larves d'Ephestia kuehniella  
Février 1985.

| Date ponte | Date éclosion | Date nymphe | Date émergence | Durée du cycle en jour |
|------------|---------------|-------------|----------------|------------------------|
| 11/2/85    | 14/2/85       | 18/2/85     | 23/2/86        | 12                     |
|            | 13            | 16          | 19             | 8                      |
|            | 13            | 15          | 19             | 8                      |
|            | 13            | 19          | 19             | 8                      |
|            | 13            |             |                |                        |
|            | 13            | 17          | 21             | 10                     |
|            | 12            | 17          | 19             | 8                      |
|            | 14            | 18          | 21             | 10                     |
|            | 12            | 15          | 20             | 9                      |
|            | 13            | 16          | 19             | 8                      |
|            | 13            | 16          | 19             | 8                      |
|            | 1 3           | 16          | 19             | 8                      |
|            | 12            | 15          | 20             | 9                      |
|            |               |             |                |                        |
|            | 13            | 16          | 19             | 8                      |
|            | 12            | 15          | 20             | 9                      |
|            | 14            | 16          | 22             | 11                     |

NE : Pré-nymphe incluse dans la nymphe.

9. Comportement de ponte de la femelle de B. hebetor

Les femelles de B.hebetor déposent leurs oeufs sur des chenilles complètement paralysées. Il y a donc une première étape qui consiste à paralyser l'hôte et une deuxième pour la ponte. La femelle commence souvent à pondre sur la partie postérieure de la chenille. Pour pondre, la femelle se place sur la dos de la chenille dont elle palpe la cuticule avec l'extrémité de l'abdomen, l'oeuf est ensuite déposé sur la chenille. Les oeufs sont pondus individuellement. La femelle peut revenir pondre à plusieurs reprises sur la même chenille qu'elle a paralysée.

10. Fécondité des femelles (Tabl. 1)

La fécondité des femelles est caractérisée par le nombre total des oeufs pondus par une femelle. Ce nombre est très variable chez Bracon hebetor. Le record observé pour une femelle fécondée est de 272 oeufs sur chenille d'Ephestia pour une durée de vie de 21 jours. Le nombre le plus petit est de 9 pour une durée de 4 jours. Chez la femelle vierge, le nombre d'oeufs pondus le plus élevé est de 2.34 oeufs pour une durée de vie 13 jours et 3 oeufs pour une durée de vie de 6 jours. Le nombre des oeufs pondus n'est pas toujours en relation avec le nombre de jours vécus. Les femelles mises en contact avec les mâles un jour seulement pondent autant que celles qui ont vécu avec des mâles durant leur vie.

Tableau 4 : Fécondité des femelles (nombre oeufs)  
 Les femelles sont numérotées de 1 à 25  
 pour les fécondées, de 1 à 18 pour les vierges.

| Individus | Femelles nourries isolées individuellement avec un mâle |              |                     |              | Femelles groupées   |              | Observations  |
|-----------|---|--------------|---------------------|--------------|---------------------|--------------|---|
|           | 25 ♀ fécondées  |              | 18 ♀ vierges        |              | 25 ♀ fécondées      |              |   |
|           | nombre oeufs pondus                                     | durée de vie | nombre oeufs pondus | durée de vie | nombre oeufs pondus | durée de vie |   |
| 1         | 119   | 12           | 78                  | 6            |                     | (2) 2        | - le nombre moyen de-ponte des femelles baisse quand celles-ci sont groupées.<br>- Impossibilité de donner le nombre de ponte par. femelle dans le cas des groupées.<br>- Contrôle non effectué pour les femelles vierges groupées. |
| 2         | 175   | 7            | 38                  | 10           |                     |              |   |
| 3         | 94  | 9            | 21                  | 5            |                     |              |   |
| 4         | 28  | a            | 18                  | 7            |                     |              |   |
| 5         | 16  | 15           | 48                  | 9            |                     |              |   |
| 6         | 12  | 14           | 23                  | 4            |                     | (5) 5        |   |
| 7         | 20  | 3            | 3                   | 6            |                     | (1) 6        |   |
| 8         | 55  | 3            | 131                 | 7            |                     | (4) 7        |   |
| 9         | 43  | 14           | 128                 | 14           |                     |              |   |
| 10        | 45  | 6            | 133                 | 10           |                     | (4) 8        |   |
| 11        | 69  | 14           | 234                 | 13           |                     |              |   |
| 12        | 164   | 13           | 47                  | 15           |                     |              |   |
| 13        | 35  | 15           | 68                  | 13           |                     |              |   |
| 14        | 135   | 9            | 71                  | 7            |                     |              |   |
| 15        | 136   | 17           | 49                  | 13           |                     |              |   |
| 16        | 36  | 11           | 97                  | a            |                     | (3) 9        |   |
| 17        | 9   | 4            | 113                 | 12           |                     | (1) 11       |   |
| 18        | 25  | 9            | 82                  | 13           |                     | (2) 12       |   |
| 19        | 192   | a            |                     |              |                     |              |   |
| 20        | 27  | 2            |                     |              |                     | (1) 13       |   |
| 21        | 51  | 10           |                     |              |                     |              |   |
| 22        | 241   | 16           |                     |              |                     |              |   |
| 23        | 38  | 5            |                     |              |                     | (2) 15       |   |
| 24        | 272   | 16           |                     |              |                     |              |   |
| 25        | 125   | 17           |                     |              |                     |              |   |
| Total     | 2262  |              | 1589                |              | 1693                |              |   |
| Moyenne   | 90,4  | 10,6         | 76,1                | 9,2          | 67,7                | 9,2          |   |

NB : Pour faire ce teste, on donne journallement 10 chenilles d'Ephestia du dernier stade à chaque couple jusqu'à la mort de la femelle.  
 Pour les femelles groupées on donne journallement 250 chenilles d'Ephestia.

## (4) 8 ≠ 4 individus ont vecu 8 jours.

#### 11. Influence de l'accouplement sur la fécondité des femelles

Pour étudier l'influence de l'accouplement sur la fécondité des femelles, nous avons étudié seulement, les femelles isolées, car l'influence du groupement paraît jouer un rôle sur les femelles groupées. Le tableau 4 ci-dessus permet en effet des remarques suivantes :

- Une femelle vierge nourrie et isolée peut pondre presque autant qu'une femelle fécondée. Cependant le nombre maximum d'oeufs observés déposés par une femelle fécondée a été de 272, et pour la femelle vierge 234.
- Il arrive parfois que le nombre d'oeufs pondus par une femelle vierge soit ~~plus~~ plus **élevé** que celui pondus par une femelle **fécondée**.
- La moyenne des oeufs pondus par les femelles fécondées est souvent supérieure à celle des femelles vierges. Mais, cette différence n'est pas significative.
- Il semble donc que l'accouplement n'a pas d'effet prépondérant sur la fécondité.

#### 12. Influence du groupement sur la fécondité

Dans le même tableau, si on **compte les** pontes d'une femelle isolée, fécondée ou vierge à celle des femelles groupées fécondées (vierges non réalisées), la fécondité baisse quand le groupement est de 10 mâles et 20 à 30 femelles. Le groupement perturbe donc l'activité de ponte.

#### 13. Variations quotidiennes de la ponte en fonction de l'âge de l'adulte

Pour cette question nous n'avons étudié essentiellement que le cas des femelles fécondées et nourries. Nous avons noté le nombre d'oeufs pondus chaque jour, jusqu'à la mort de l'adulte. Dix chenilles sont présentées chaque jour à la femelle.

Suivant le tableau 5, on voit que les femelles parasitent généralement leurs hôtes dès le premier jour après l'accouplement. La ponte a lieu le plus souvent le premier jour et **elle** tend à diminuer au cours du vieillissement de la femelle. La variation de **ponte** devient surtout irrégulière quand la durée de **vie** de la femelle est **courte**. **Les** femelles à **courte** durée de **vie** **pondent** souvent beaucoup d'oeufs par jour. La **ponte** paraît s'étaler au cours de la vie de la femelle. Le maximum de cette ponte a lieu parfois entre le 1er et 6è jour. Il semble que le nombre d'oeufs déposés le premier jour est d'autant plus élevé que la



durée de vie de la femelle est courte. La mort de la femelle survient généralement peu de temps après la fin de la période de ponte. Quelques femelles meurent le 2ème jour après la fin de la ponte. Le nombre d'oeufs déposés sur les chenilles est très variable ; il varie le plus souvent de 1 à 10, il a atteint une fois 20 sur une chenille d'Ephestia, et nous trouvons de temps à autre 13, 14, 15 ou 17 oeufs sur une chenille.

Dans le tableau 6 sont données les nombres des oeufs pondus sur différentes chenille d'Ephestia. Nous avons pris en compte dans ce tableau que le cas de 5 femelles seulement qui ont reçu chacune 30 chenilles d'Ephestia et qui ont eu une bonne fécondité.

Pour calculer le nombre des oeufs déposés sur chaque chenille, nous avons eu recours aux femelles fécondées et isolées individuellement avec un mâle. Les oeufs sont comptés quotidiennement ; chaque oeuf compté est détruit pour éviter des erreurs.

Tableau 5 : Nombre quotidien d'oeufs pondus par chaque femelle (nourrie et fécondée) de Bracon hebetor sur chenille d'Ephestia.

Cas de 10 femelles ayant eu une bonne fécondité.  
Juillet 1985.

| Age en jours       | Femelles de <u>Bracon hebetor</u> - nombre oeufs pondus |     |     |     |     |     |     |     |     |      | Nombre total oeufs pondus/j par les 10 |
|--------------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|--|
|                    | ♀ 1   | ♀ 2 | ♀ 3 | ♀ 4 | ♀ 5 | ♀ 6 | ♀ 7 | ♀ 8 | ♀ 9 | ♀ 10 |  |
| 1                  | 23  | -   | -   | 46  | 36  | 53  | 34  | 31  | 30  | 29   | 282                                    |
| 2                  | 21  | -   | -   | 37  | 27  | -   | 23  | 22  | 26  | 23   | 179                                    |
| 3                  | 18  | 39  | 49  | 23  | -   | -   | 11  | 17  | 22  | 20   | 199                                    |
| 4                  | -   | 22  | 37  | -   | 13  | -   | 19  | 11  | 13  | 16   | 131                                    |
| 5                  | -   | 13  | 29  | -   | -   | M   | 13  | 11  | 12  | 14   | 92                                     |
| 6                  | 15  | 13  | -   | 32  | M   |     | 13  | 11  | 7   | 12   | 103                                    |
| 7                  | -   | 10  | M   | 11  |     |     | 11  | 8   | 6   | 8    | 54                                     |
| 8                  | M   | -   |     | M   |     |     | 21  | 4   | 7   | 6    | 38                                     |
| 9                  |   | -   |     |     |     |     | 21  | 3   | 8   | 6    | 38                                     |
| 10                 |   | -   |     |     |     |     | 16  | 3   | 6   | 6    | 31                                     |
| 11                 |   | M   |     |     |     |     | 20  | 2   | 18  | 7    | 47                                     |
| 12                 |   |     |     |     |     |     | 13  | 9   | 14  | 5    | 41                                     |
| 13                 |   |     |     |     |     |     | 6   | -   | 14  | 6    | 20                                     |
| 14                 |   |     |     |     |     |     | 13  | -   | 9   | 7    | 29                                     |
| 15                 |   |     |     |     |     |     | 7   | M   | 6   | 5    | 18                                     |
| 16                 |   |     |     |     |     |     | M   |     | 11  | 3    | 14                                     |
| 17                 |   |     |     |     |     |     |     |     | 12  | 4    | 16                                     |
| 18                 |   |     |     |     |     |     |     |     | 16  | M    | 16                                     |
| 19                 |   |     |     |     |     |     |     |     | 15  |      | 15                                     |
| 20                 |   |     |     |     |     |     |     |     |     |      |  |
| 21                 |   |     |     |     |     |     |     |     | 10  |      | 10                                     |
| 22                 |   |     |     |     |     |     |     |     | M   |      |  |
| Total oeufs pondus | 77  | 97  | 115 | 149 | 76  | 53  | 241 | 132 | 272 | 177  | 1373                                   |

M = mort.

Tableau 6 : Variation des pontes des femelles fécondées (isolées individuellement) de B. hebetor sur chenilles d'Ephestia kuehniella de dernier stade de développement; 5 répétitions ; 30 objets.

| Nombre d'oeufs de <u>B. hebetor</u> pondus sur chaque chenille d' <u>Ephestia</u> | Nombre de chenilles d' <u>Ephestia kuehniella</u> portant des oeufs de <u>B. hebetor</u> sur les 30 exposés par répétition. |        |        |        |        | Moyenne |
|---|---|--------|--------|--------|--------|---------|
|   | ♀<br>1  | ♀<br>2 | ♀<br>3 | ♀<br>4 | ♀<br>5 |         |
| 0 oeuf  | 6   | 4      | 9      | 5      | 6      | 6       |
| 1 "   | 4   | 3      | 1      | 3      | 1      | 2,4     |
| 2 "   | 2   | 4      | 3      | 2      | 4      | 3       |
| 3 "   | 4   | 2      | 2      | 3      | 1      | 2,4     |
| 4 "   | 2   | 4      | 2      | 2      | 0      | 2       |
| 5 "   | 6   | 0      | 4      | 1      | 4      | 3       |
| 6 "   | 2   | 0      | 0      | 1      | 4      | 1,4     |
| 7 "   | 0   | 1      | 0      | 1      | 3      | 1       |
| 8 "   | 1   | 1      | 0      | 1      | 1      | 0,8     |
| 9 "   | 0   | 2      | 1      | 2      | 1      | 1,2     |
| 10 "  | 0   | 3      | 3      | 3      | 2      | 2,2     |
| 11 "  | 1   | 1      | 2      | 2      | 1      | 1,4     |
| 12 "  | 2   | 0      | 0      | 1      | 0      | 0,6     |
| 13 "  | 0   | 1      | 2      | 1      | 1      | 1       |
| 14 "  | 0   | 2      | 0      | 0      | 0      | 0,4     |
| 15 "  | 0   | 1      | 1      | 1      | 0      | 0,6     |
| 16 "  | 0   | 0      | 0      | 1      | 0      | 0,2     |
| 17 "  | 0   | 1      | 0      | 0      | 0      | 0,2     |
| 18 "  | 0   | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       |
| 18 "  | 0   | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       |
| 20  | 0   | 1      | 0      | 0      | 0      | 0, X    |

NB : Voir détail tableau 6 bis. Annexe 3

16. Pontes sur chenilles d'*Ephestia* de différentes dimensions

Ce test avait pour but de voir si la femelle de B. hebetor dépose indifféremment ses oeufs sur les chenilles de petite ou de grande taille. Pour réaliser ce test, nous mettons 10 chenilles de chaque catégorie de taille dans une même boîte. Les quatre catégories de taille des chenilles sont : 0,5 cm, 1 cm, 1,5 cm et 2 cm. Dans chaque boîte est placée un couple de B. hebetor.

Nous regrettons de n'avoir pu réaliser ce test sur chenilles de Kaghuya albipunctella.

Les résultats, comme le montre le tableau 7 indiquent que les femelles de B. hebetor déposent de préférence leurs oeufs sur les chenilles de 1 à 2 cm. Mais le nombre d'oeufs pondus est d'autant plus élevé que la chenille est grande. Il semble donc que l'insecte régle le nombre d'oeufs déposés en fonction de la quantité de nourriture disponible. Dans la majorité des cas les segments abdominaux reçoivent le plus grand nombre d'oeufs.

Le plus grand nombre d'oeufs déposés sur une chenille de 2 cm et plus, varie généralement de 1 à 15 ; exceptionnellement nous avons trouvé 17 et 20. Sur les chenilles de 1 cm et plus, le nombre d'oeufs déposés varie généralement de 1 à 4. Trois oeufs seulement ont été observés sur des chenilles de taille inférieure à 1 cm. Toutes les chenilles de cette taille sont cependant tuées par les piqûres qu'elles reçoivent.

Des chenilles de 2 cm tuées par des Bracons mais sur lesquelles aucune ponte n'a été déposée ont été données à cinq couples de Bracon récemment émergés; 10 chenilles sont données à chaque couple ; les résultats sont les suivants :

le 1er couple a donné 6 oeufs et 4 Bracons adultes de sortis  
 2è couple a donné 13 oeufs et 12 Bracons adultes de sortis  
 3è couple a donné 8 oeufs et 8 Bracons adultes de sortis  
 4è couple a donné 5 oeufs et 3 Bracons adultes de sortis  
 5è couple a donné 25 oeufs et 22 Bracons adultes de sortis.

Tableau 7 : Préférence de ponte de Bracon hebetor Say en relation avec la taille des larves d'Ephestia (Juillet.-. Août? '1485).

| Test *   | Nbre total d'oeufs récupérés sur 10 larves de taille différente |       |       |       | Nombre des larves d' <u>Ephestia</u> sur lesquelles les oeufs sont pondus. (n = 10 larves/Test)* |       |       |       |
|--|---|-------|-------|-------|--|-------|-------|-------|
|  | Taille des larves en cm   |       |       |       |  |       |       |       |
|  | 0.5 cm  | 1.0cm | 1.5cm | 2.0cm | 0.5cm  | 1.0cm | 1.5cm | 2.0cm |
| 1  |   | 4     | 6     | 24    |  | 3     | 4     | 8     |
| 2  | 1   | 7     | 14    | 21    | 1  | 4     | 6     | 9     |
| 3  |   | 11    | 10    | 27    |  | 6     | 5     | 8     |
| 4  | 1   | 5     | 8     | 24    | 1  | 5     | 4     | 9     |
| 5  | 1   | 3     | 7     | 14    | 1  | 2     | 4     | 8     |
| 6  |   | 2     | 15    | 24    |  | 1     | 5     | 8     |
| 7  |   | 1     | 11    | 30    |  | 1     | 5     | 8     |
| 8  |   | 2     | 5     | 27    |  | 2     | 4     | 8     |
| 9  |   | 1     | 4     | 34    |  | 1     | 4     | 7     |
| 10   |   |       | 6     | 3 2   |  |       | 2     | 7     |
| Oeufs/100 larves exposés                                       | 3   | 36    | 86    | 257   |  |       |       |       |
| Oeufs/larves pondus  | 1.0   | 1.44  | 2.0   | 3.21  |  |       |       |       |
| Nbre de test ayant donné des œufs)                             | 3/10  | 9/10  | 10/10 | 10/10 |  |       |       |       |
| Nbre max. oeufs pondus sur une larve par catégorie de taille   | 1   | 3     | 5     | 13    |  |       |       |       |
| Nbre de larves sur lesquelles les oeufs sont pondus/100 larves |   |       |       |       | 3  | 25    | 43    | 80    |

\* - Voir détail tableau 7 - Annexe

\* - Observation faite sur 10 chenilles d'Ephestia par test pour chaque catégorie de taille des chenilles.

- On voit dans ce tableau que les oeufs sont surtout répartis sur des chenilles de 2 cm et 1,5 cm environ.

\* Le plus grand nombre de pontes sur chenilles est observé sur celles ayant une taille égale au moins à 2 cm.

\* Pas plus d'oeufs sur chenille de 1 cm environ,

\* Rares sont les oeufs déposés sur des chenilles de 0,5 cm ; leur nombre ne dépasse pas 1.

Tableau 7 bis : Fréquence de distribution des pontes en relation avec la taille des ~~chenilles~~ chenilles d'Ephestia = 100 chenilles par catégorie de taille.

| Nombre d'oeufs | Taille-des chenilles en centimètre |       |        |        |
|----------------|------------------------------------|-------|--------|--------|
|                | Nombre de chenilles                |       |        |        |
|                | 0,5 cm                             | 1,0cm | 1,5 cm | 2,0 cm |
| 0              | 97                                 | 76    | 58     | 20     |
| 1              | 3                                  | 15    | 18     | 25     |
| 2              |                                    | 8     | 13     | 19     |
| 3              |                                    | 1     | 8      | 11     |
| 4              |                                    |       | 2      | 6      |
| 5              |                                    |       | 1      | 6      |
| 6              |                                    |       |        | 3      |
| 7              |                                    |       |        | 2      |
| 8              |                                    |       |        | 4      |
| 9              |                                    |       |        | 2      |
| 10             |                                    |       |        | 0      |
| 11             |                                    |       |        | 1      |
| 12             |                                    |       |        | 0      |
| 13             |                                    |       |        | 1      |
|                | 100                                | 100   | 100    | 100    |

NB : Explication tableau

ex : sur 100 chenilles de 1,0cm, 76 n'ont reçu aucune ponte, 15 ont reçu chacune 1 oeuf  
8 en ont reçu 2 chacune, et 1 en a reçu 3.

17. Nombre de chenilles de Raghava pouvant être parasitées ou tuées par une femelle de Bracon hebetor fécondée

Ce test consiste à donner aux différentes femelles de Bracon hebetor fécondées des chenilles saines de Raghava albipunctella, comme le montre le tableau 8. Le nombre de chenilles données aux femelles de Bracon hebetor, varie de 5 à 50. Le but de ce test est d'essayer de déterminer la capacité de parasitisme d'une femelle de B. hebetor fécondée.

Les tests effectués sur les chenilles de Raghava saines récoltées sur chandelles de mil ont montré :

- qu'une femelle de B. hebetor pouvait déposer ses pontes sur un nombre de chenilles variant de 1 à 21. Dans ce cas, le nombre de chenilles tuées par piqûre et sur lesquelles aucune ponte n'est déposée reste faible (pas plus de 11 dans notre étude.
- Le nombre de chenilles tuées par piqûre et sans dépôt de pontes peut s'élever à 44 ; dans ce cas, le nombre de chenilles sur lesquelles les pontes sont déposées reste faible ; il a varié dans notre étude de 1 à 3. Le nombre total d'oeufs déposés sur ces quelques chenilles, est également faible, il a varié de 7 à 11.

Il semble donc que, plus le nombre de chenilles de Raghava soumises à une femelle de B. hebetor est élevé, moins le nombre de celles qui portent des pontes est faible. La femelle s'acharne à paralyser les chenilles sans y pondre.

Moins le nombre de chenilles soumises à la femelle de B. hebetor est faible, plus le nombre de celles parasitées portant des pontes est élevé. Le nombre total d'oeufs pondus est dans ce cas élevé ; il a varié de 39 à 81 dans notre étude.

Il faut noter que nous avons essayé autant que possible d'utiliser pour ces tests des chenilles de même taille. Ces tests n'ont été effectués que trois fois.

**Tableau 8 :** Nombre de chenilles de Raghuva albipunctella parasitées ou tuées par des femelles de Bracon hebetor fécondées.  
Septembre 1984.

| ♀<br><u>B. hebetor</u> | Nbre de<br>C:henilles<br>de <u>Raghuva</u><br>présentées | Nbre de<br>chenilles<br>parasitées<br>portant des<br>pontes | Nbre de<br>chenilles<br>tuées ne<br>portant<br>aucune ponte | Nbre de<br>chenilles<br>vivantes | Nombre<br>total<br>d'oeufs | Nbre de<br><u>B. hebetor</u><br>obtenus |
|------------------------|--|---|---|----------------------------------|----------------------------|---|
| 1                      | 5  | 5   | 1   | 0                                | 73                         | 66                                      |
| 2                      | 10   | 3   | 7   | 0                                | 47                         | 40                                      |
| 3                      | 15   | 3   | 12  | 0                                | 31                         | 30                                      |
| 4                      | 20   | 4   | 26  | 0                                | 18                         | 13                                      |
| 5                      | 25   | 2   | 21  | 2                                | 13                         | 11                                      |
| 6                      | 30   | 1   | 26  | 4                                | 9                          | 9                                       |
| 7                      | 35   | 0   | 35  | 0                                | 0                          | 0                                       |
| 8                      | 40   | 2   | 33  | 5                                | 11                         | 10                                      |
| 9                      | 45   | 1   | 40  | 4                                | 2                          | 2                                       |
| 10                     | 50   | 1   | 46  | 3                                | 10                         | 10                                      |
| 11                     | 5  | 5   | 0   | 0                                | 69                         | 61                                      |
| 12                     | 10   | 5   | 5   | 0                                | 79                         | 66                                      |
| 13                     | 15   | 3   | 12  | 0                                | 9                          | 9                                       |
| 14                     | 20   | 3   | 7   | 0                                | 12                         | 12                                      |
| 15                     | 25   | 21  | 4   | 0                                | 81                         | 73                                      |
| 16                     | 30   | 3   | 27  | 0                                | 17                         | 16                                      |
| 17                     | 35   | 2   | 31  | 2                                | 7                          | 7                                       |
| 18                     | 40   | 1   | 39  | 0                                | 9                          | 9                                       |
| 19                     | 45   | 0   | 43  | 2                                | 0                          | 0                                       |
| 20                     | 50   | 0   | 50  | 0                                | 0                          | 0                                       |

NB : Les pontes sont peu élevées comparativement à celles obtenues sur chenilles d'Ephestia kuehniella.



#### 18. Position des oeufs de B. hebetor sur la proie

La position des oeufs de B. hebetor sur l'hôte est très variable. Certains sont attachés **transversalement** sur la face dorso-latérale de chaque segment de l'hôte ; parfois sur le ventre et sur le dos sur le repli **inter-segmentaire** ou non. Le rebord postérieur du segment précédent peut parfois en cacher une partie. La position des oeufs sur le milieu latéral du segment est aussi observé il est **très** rare d'observer des pontes collées dans la région thoracique de l'hôte.

Les oeufs sont généralement répartis du 1er au dernier segment abdominal isolés ou plus ou moins groupés. Ils sont de forme ovoïde, allongé ou parfois incurvée, de grande taille comparativement à celle de la femelle.

#### 19. Mortalité de B. hebetor aux différents stades de développement

Des mortalités sont observées au stade oeuf, larvaire et nymphal, mais elles sont généralement peu **élevées**. Au stade oeuf, les mortalités sont dues par des causes diverses : le **désséchement**, le détachement et la non éclosion. Le taux de mortalité à ce stade est faible, il ne dépasse guère 5 %.

Au stade larvaire, la mortalité est essentiellement due à une mauvaise nutrition des larves sur **l'hôte**. Les larves mal nourries se déssèchent et meurent. Ceci arrive quand surtout un nombre élevé de larves parasitent la **même** chenille. D'autres larves meurent par suite de mauvaises conditions de nymphose. Il faut noter que toutes les larves semblent ne pas avoir **la même** capacité de nutrition. Les larves mal nourries meurent assez vite dans le cas où beaucoup d'oeufs sont déposés sur la même chenille, exemple courant de concurrence dans la nutrition. Nous avons observé des mortalités même lorsqu'un petit nombre de larves se trouvent sur la même chenille. Celles qui sont sur l'abdomen paraissent mieux évoluer que les quelques rares placées sur le thorax.

L'instinct grégaire de Bracon hebetor au stade larvaire fait que les larves en se développant sont **sujettes** à une compétition intraspecificque. Le taux de mortalité au stade larvaire a varié de 5 à 10 % dans nos conditions d'élevage. La mortalité des nymphes est plus rare. Elle survient surtout au début de la vie nymphale. Certaines nymphes meurent par suite de développement de champignons.

#### : Sex ratio : tableau 9

La proportion entre les nombres de mâles et femelles est très variable. Les femelles **non fécondées** pondent des oeufs qui donnent uniquement des mâles. Nous n'avons pas observé de cas de **parthénogénèse** arrhenotoque.

Dans le cas des femelles fécondées, nos émergences nous ont toujours donné plus de femelles que de mâles mais souvent dans des proportions faibles ou à égalité. La proportion de la descendance varie d'un couple à un autre. Le sex ratio ne peut donc être évalué que d'après la moyenne calculée à partir du tableau 9, il est de l'ordre de 1/1,5 ou 1/2 environ. Les mortalités modifient sans doute le sex ratio. Il serait intéressant de voir qu'elle est le sex le plus frappé par la mortalité au cours du développement.

Tableau 9 : Moyenne des nombres d'adultes mâles et femelles récoltés

| N° Femelles | Nbre de mâles | Nbre de femelles | Nbre total adultes | % de mâles | % de femelles | Proportion | Observations |
|-------------|---------------|------------------|--------------------|------------|---------------|------------|--------------|
| 1           | 78            | 0                | 78                 | 100 %      | 0             |            |              |
| 2           | 37            | 0                | 37                 | 100 %      | 0             |            | de 1 à 5     |
| 3           | 48            | 0                | 48                 | 100 %      | 0             |            | femelles     |
| 4           | 18            | 0                | 18                 | 100 %      | 0             |            | vierges      |
| 5           | 21            | 0                | 21                 | 100 %      | 0             |            | de 6 à 10    |
| 6           | 16            | 48               | 64                 | 25 %       | 75 %          | 1/3,01     | femelles     |
| 7           | 36            | 74               | 110                | 32,7 %     | 67,3 %        | 1/2,05     | fécondées    |
| 8           | 32            | 56               | 88                 | 36,3 %     | 63,7 %        | 1/1,8      |              |
| 9           | 13            | 32               | 45                 | 28,8 %     | 71,2 %        | 1/2,44     |              |
| 10          | 3             | 24               | 27                 | 11,2 %     | 88,8 %        | 1/8        |              |

## CONCLUSION

Le présent travail nous a permis de suivre le cycle biologique complet de Bracon hebetor, hyménoptère Terebrant, parasite du genre Raghuva et d'autres ravageurs des denrées stockées.

Bien que les conditions d'élevage ne soient pas toujours constantes, nous avons pu obtenir plusieurs générations et évaluer la durée des différents stades :

- La biologie des imagos nous a beaucoup intéressé ; ce qui nous a permis de préciser certains points et modalités.

Le comportement de ponte de la femelle a retenu notre attention :

- Elle attaque les chenilles de toutes les tailles, mais ne pond de préférence que sur les plus grandes ;
- La paralysie provoquée par la piqûre est permanente
- Elle peut piquer plusieurs fois une même chenille sans pondre parfois sur elle.
- Il semble qu'elle distingue bien un hôte sain et un hôte parasité puisqu'elle pond rarement sur une chenille déjà parasitée par un autre parasite.

Ces observations prouvent que B. hebetor semble facilement utilisable en lutte biologique. Cependant, de nombreux autres points restent à être précisés ou à vérifier, notamment :

- variation quotidienne de la ponte pour des femelles groupées fécondées ou non
- délai d'accouplement après émergence
- délai de ponte après émergence et accouplement
- cadence de sortie des adultes
- taux de mortalité aux différents stades de développement
- sex ratio pour des femelles groupées et isolées, pour des femelles mises en contact avec des mâles une journée seulement ou accouplées une fois
- effet des fortes densités parasite/hôte sur la vie des larves et le sex ratio
- intervalle entre les pontes.

REMERCIEMENTS

Mes remerciements vont à Mr V.S. Bhatnagar ;pour ses suggestions, ses conseils et ses commentaires positifs apportés au manuscrit de ce rapport.

Mes remerciements vont aussi à Mr Babou Ndiaye pour sa disponibilité et sa précieuse collaboration.

REFERENCES

- ALEKSEEV YU-1 - 1972 - Notes of the biology of Braconids (Hymenoptera, Braconidae) that parasitise pests of cotton and lucerne in turkmenia. Institut zoologii an Turkmen SSR. Ashraba, USSR.
- BENSON J.F. - 1983 - Introspecific competition in the population dynamics of Bracon hebetor Say (Hymenoptera : Braconidae). Hope Departement of Entomology, University Museum Oxford. Journal of animal ecology 1973.
- BENSON J.F. - 1974 - Population dynamics of Bracon hebetor Say (Hymenoptera ; Braconidae) and Ephestia Cautella (Walker) - Lepidoptera : Phycitidae in a laboratory ecosystem.
- BHATNAGAR 1983 : Rapport d'activité (Novembre 82 - Octobre 1983). Programme de Lutte Biologique, Projet CILSS de Lutte Intégrée, Nioro-du-Rip, Sénégal, pp. 68.
- FLAHERTY B.R. - 1981 : Reproductive potential of Bracon hebetor Say on three moth species, Ephestia cautella Walker, Achroia grisella F. Journal of the Georgia Entomological Society.
- HUSSAN A.A et JAFAR K.M - 1970 - Biologie of Habrobracon hebetor Say, with other mortality factors of its host in raq (Hymenoptera : Braconidae). Bulletin de la Société Entomologique d'Egypte 19869 publ. 1970.
- LUM, P.T.M., FLAHERTY, B.R. - 1973 - Influence of continous light on oolyte maturation in Bracon hebetor. Annals of the entomological society of America - 1973.
- RISBEC J. - 1950 - La faune entomologique des cultures au Sénégal et au Soudan Français.

A: N .N E | X E

Tableau 6 : Variation des pontes des femelles fécondées (isolées) individuellement de Bracon hebetor sur chenilles d'Ephestia kuehniella de dernier stade de développement. Le test comporte 5 répétitions et 30 objets.

| 1                      |           | 2           |           | 3           |           | 4           |           | 5           |           |
|------------------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|
| N° chenille            | Nbre oeuf | N° chenille | Nbre oeuf | N° chenille | Nbre oeuf | N° chenille | Nbre oeuf | N° chenille | Nbre oeuf |
| 1                      | 6         | 1           | 1         | 1           | 5         | 1           | 2         | 1           | 13        |
| 2                      | -         | 2           | 20        | 2           | 2         | 2           | 4         | 2           | 8         |
| 3                      | -         | 3           | 13        | 3           | 3         | 3           | 3         | 3           | 5         |
| 4                      | 6         | 4           |           | 4           | 15        | 4           | 1         | 4           | 11        |
| 5                      | 8         | 5           | 4         | 5           | 2         | 5           | 7         | 5           | -         |
| 6                      | 2         | 6           | 17        | 6           | 4         | 6           | 12        | 6           | 5         |
| 7                      | 4         | 7           | 14        | 7           | 10        | 7           | 16        | 7           | 6         |
| 8                      | 1         | 8           | -         | 8           | 13        | 8           | 2         | 8           | -         |
| 9                      | 5         | 9           | 15        | 9           | 5         | 9           | 1         | 9           | 10        |
| 10                     | -         | 10          | -         | 10          | -         | 10          | 10        | 10          | 2         |
| 11                     | -         | 11          | 1         | 11          | -         | 11          | 13        | 11          | 2         |
| 12                     | 1         | 12          | 3         | 12          | 5         | 12          | 11        | 12          | 2         |
| 13                     | 5         | 13          | 2         | 13          | -         | 13          | 9         | 13          | 5         |
| 14                     | 2         | 14          | 2         | 14          | 11        | 14          | -         | 14          | 6         |
| 15                     | 2         | 15          | 9         | 15          | 10        | 15          | -         | 15          | 7         |
| 16                     | -         | 16          | 4         | 16          | 13        | 16          | -         | 16          | 9         |
| 17                     | 3         | 17          | -         | 17          | -         | 17          | 11        | 17          | 5         |
| 18                     | 5         | 18          | 1         | 18          | 10        | 18          | 3         | 18          | -         |
| 19                     | 1         | 19          | 15        | 19          | -         | 19          | 9         | 19          | 10        |
| 20                     | 1         | 20          | 10        | 20          | -         | 20          | 10        | 20          | -         |
| 21                     | 12        | 21          | 8         | 21          | -         | 21          | 5         | 21          | 9         |
| 22                     | 5         | 22          | 10        | 22          | 5         | 22          | 3         | 22          | 2         |
| 23                     | 3         | 23          | 9         | 23          | 9         | 23          | 15        | 23          | 6         |
| 24                     | 3         | 24          | 14        | 24          | 11        | 24          | 10        | 24          | 7         |
| 25                     | 11        | 25          | 10        | 25          | 2         | 25          | 6         | 25          | 3         |
| 26                     | 4         | 26          | 2         | 26          | 4         | 26          | 8         | 26          | -         |
| 27                     | 5         | 27          | 2         | 27          | 3         | 27          | -         | 27          | 7         |
| 28                     | 12        | 28          | 3         | 28          | 1         | 28          | 1         | 28          | 1         |
| 29                     | 3         | 29          | 11        | 29          | -         | 29          | 4         | 29          | -         |
| 30                     | -         | 30          | 7         | 30          | -         | 30          | -         | 30          | 6         |
| Total                  | 119       |             | 207       |             | 143       |             | 176       |             | 155       |
| Moyenne oeufs/chenille | 4,95      | 7,          | 7,96      |             | 6,80      |             | 7,04      |             | 6,45      |