

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR
(U.C.A.D)

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE ANIMALE



Doctorat de 3^{ème} cycle

Présenté par

Momar Talla GUEYE

**Ecophysiologie, structure et évolution des
peuplements de *Caryedon serratus* (Olivier),
déprédateur de l'arachide entreposée en milieu
sahélien**

Soutenu le 24 Novembre 2000 devant la commission d'examen:

Président: Mr	Ngor	FAYE
Membres: Mr	Alex	DELOBEL
	Mr Karamoko	DIARRA
	Mme Absa	NDIAYE-GUEYE
	Mr Mbacké	SEMBENE

A mon père Allé

A ma mère Madjiguène SOCK

DEDICACES

Nous dédions ce travail à:

- *Serigne Issa Touré. Que Dieu éclaire votre chemin et vous préserve du mal.*
- *Mes frères et soeurs Sokhna, Waly, Daouda, Manghoné, N'dèye Soukèye, Ibrahima et Alassane. Que ce mémoire puisse vous inciter à persévérer dans vos études.*
- *Mes grands parents : Omar, Soukèye et Ndioba Sock, Momar Talla, Hadji Habib Guèye, Birayemb et Ngomé Ngom, Moussa Faye, Dieumb Sall, Diale Yaté*
- *A la mémoire de Ibrahima Sock, Manghoné Guèye, Khady Mboup, Fatou Sock. Que la terre vous soit légère.*
- *Nos oncles et tantes Mourtalla, Mbélédje et Mbacké Gackou, Mamadou, Ablaye, Moussa, Djibril, Moustapha, El H. Malick, Ndiaga Guèye, Mamadou et Alassane Camara, Alassane Tall, Selbé Sène, Oumy Niang, Soukèye, Boubacar, Assane, Souleymane, Tamsir Sock, Thierno et Nguèye Diop, Manghoné Dieng, Cheikhou Sock, Arame Ndiaye, Massaer Ndir*
- *Allé Diouf , Mamadou Lamine et Bassirou Diouf, Ndakhté et Mamadou Mbaye, El Hadji Guèye, Kala Dia, Diop Mbeng. N'diaye, Abdou Aziz Diop, Abib Diop,*
- *Mes cousins et cousines Modou N'diaye, Diarra et Khadim Ndaw, Tamsir Sock, Ibrahima Dieng, Khady Diouf, Momar Talla et Papa Cheikhou Sock, Ass Mboup, Awa Dieng, Mamadou Guèye, Fatou Lô, Youssou Gaye, Maïmouna Ndaw, Fama Diouf*
- *Modou Samb, Ndiaga Thiam, Seynabou Sow, Abdou Sène, Gora et Mor Guèye*
- *Mes camarades de l'UCAD: Ndiaga Ndoye, Demba Diallo, Insa Fall, Mamoudou Diako, Aboubacar Ly, Adama Diène, Cheikh O. Camara, Malang Mané, Mamadou Bâ (Zims), Jean Claude Guèye*
- *Tous mes anciens Maîtres et Professeurs*
- *Omar, Ibrahima, Babacar Ngom, Cheikh Wane, Fatim et Ngone Faye, Aziz Fall, Astou Ndaw, Amadou Sylla, Ndiaga Faye, Mame Penda Manka*
- *Modou et Mor Diop, Babacar Thiaw, Ndèye Amy, Ibrahima et Aïda Mbengue, Thierno Guèye, Omar Wilane, Omar, Badara et Meïssa Mbodj, Laminie Seck*

REMERCIEMENTS

Que Mr Alex DELOBEL, Directeur de Recherche à l'IRD trouve ici l'assurance de ma respectueuse reconnaissance. Votre soutien a été indéfectible même après avoir quitté définitivement le Sénégal. J'ai su apprécier en vous dévouement, honnêteté et rigueur dans le travail. J'ai souvent abusé de votre disponibilité. Mon épanouissement dans votre équipe de recherche s'est fait sans écueil.

Mr le Professeur Bhen Sikina TOGUEBAYE a spontanément accepté de superviser ce travail après le départ de Mr. Han. Vos suggestions m'ont été d'une grande utilité. Veuillez bien trouver ici mes sincères remerciements.

Je tiens à remercier vivement le Docteur Ngor Faye, Maître de Conférence à l'U.C.A.D. d'avoir accepté de juger et de présider le jury de ce travail.

Je suis honoré par la participation du Docteur Karamoko Diarra, Maître de Conférence à l'U.C.A.D., ainsi que celle du Docteur Absa Ndiaye-Gueye, Maître Assistante à l'U.C.A.D. malgré leurs tâches quotidiennes.

Je suis particulièrement affecté par les conseils qui m'ont été prodigués par le Docteur Mbacké SEMBENE, Assistant à l'U.C.A.D.. Son soutien a été permanent tout au long de notre séjour dans le laboratoire. Sa participation au jury est un réel plaisir pour moi.

Par la personne de Mr le Directeur Général de l'ITA, Amadou Tidiane Guiro, je salue tout le personnel de l'institut. Je voudrais aussi saluer l'accueil chaleureux de Mr Maurice TRAN, ainsi qu'Aliou FAYE et Ablaye Ndour. Je remercie aussi Massamba Ndiaye, Papa D. Camara du service de la documentation, Babacar Diouf et Djibril Traoré.

Mr Seyni Ndao, Balla Diouf et Aba Sonko m'ont été d'une grande utilité lors de mes prospections dans la vallée du fleuve Sénégal. Je leur exprime ma profonde gratitude.

Je tiens également à exprimer ma gratitude à tous les agents de l'IRD, particulièrement à Papa Ibnou Ndiaye, Ndongo Dièye, Aliou Tendeng, Venceslas Goudiaby, Daouda Sylla, Moussa S. Diop, Khar Diouf, Khady Kane, Younouss, yaremahan Keïta et Djibril Diouk

Pour leur précieuse aide sur le terrain, je tiens à exprimer ma gratitude à Abdou et Babacar Sall, Ablaye Niang. A travers eux, je rends grâce à tous les paysans du Sénégal.

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE 1 : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE.....	4
I- <i>CARYEDON SERRATUS</i>	5
I-1- <u>SYSTEMATIQUE</u>	5
I-2- <u>BIOLOGIE</u>	5
I-3- <u>ORIGINE ET REPARTITION GEOGRAPHIQUE</u>	7
I-4- <u>PARASITOIDES</u>	8
II- PLANTES HOTES DE <i>C. SERRATUS</i>	9
II-1- <u>L'ARACHIDE</u>	9
II-2- <u>LES CAESALPINOIDEAE SAUVAGES HOTES DU RAVAGEUR</u>	12
II-2-1- <i>Bauhinia rufescens</i>	12
II-2-2- <i>Cassia sieberiana</i>	14
II-2-3- <i>Bauhinia reticulata</i>	14
II-2-4- <i>Tamarindus indica</i>	14
II-2-5- <i>Bauhinia monandra</i>	15
II-2-6- <i>Bauhinia tomentosa</i>	15
II-2-7- <i>Bauhinia thonningii</i>	15
III <i>CARYEDON CRAMPELI</i> (PIC)	16

CHAPITRE 2 : MATERIEL ET METHODES	17
I- CADRE D'ETUDE	18
I-1- <u>CARACTERISTIQUES GENERALES DU SENEGAL</u>	18
I-2- <u>PRINCIPAL SITE D'ETUDE</u>	20
II-1-2-1- Le climat	20
II-1-2-2- Les sols et la végétation	12
II- ETUDE DE LA BIOLOGIE DU RAVAGEUR AU LABORATOIRE	20
II-1- <u>MATERIEL UTILISE</u>	20
II-2- <u>METHODES</u>	21
I-2-1- Ecophysiologie et étude de la nutrition larvaire de <i>C. serratus</i> ..	21
I-2-2- Tests de préférence de ponte	23
III- DYNAMIQUE DES POPULATIONS DE <i>C. SERRATUS</i> EN RAPPORT AVEC SES DIFFERENTES PLANTES HOTES DANS LA NATURE	24
III-1- <u>RECENSEMENT DES PLANTES HOTES</u>	24
III-1-1- Les Caesalpinoideae	24
III-1-2- L'arachide	26
III-2- <u>TECHNIQUE D'ECHANTILLONNAGE</u>	26
III-3- <u>PIEGEAGE</u>	28
III-4- <u>PROSPECTIONS GEOGRAPHIQUES</u>	28
III-5- <u>CAPACITE DE SURVIE DE <i>C. SERRATUS</i> A L'INTERSAISON</u>	30

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION	32
I- ETUDE DE LA BIOLOGIE DU RAVAGEUR AU LABORATOIRE	33
I-1- <u>EFFETS DE LA NATURE DE LA PLANTE HOTE SUR LE</u>	
<u>DEVELOPPEMENT LARVAIRE DE C. SERRATUS A 35°C ET 45-50% H.R.</u>	33
I-1-1- Résultats.....	33
I-1-1-1- <u>Développement larvaire des différentes souches sur leurs graines d'origine</u>	33
I-1-1-2- <u>Possibilités de passage des souches sauvages de C. serratus à l'arachide</u>	35
I-1-1-3- <u>Possibilités de passage de la souche arachide aux graines sauvages hôtes de C. serratus</u>	36
I-1-1-4- <u>Tables de vie des différentes souches de C. serratus élevées sur arachide et graines de Caesalpinoideae sauvages</u>	38
I-1-2- Discussion	40
I-2- <u>ETUDE DE L'EFFET DE LA TEMPERATURE SUR LE DEVELOPPEMENT DE LA SOUCHE ARACHIDE SUR GRAINES D'ARACHIDE A 45-50 %H.R.</u>	45
I-2-1- Résultats	45
I-2-2- Discussion	48
I-3-<u>ETUDE DU CHOIX DU SUBSTRAT DE PONTE DE SOUCHES DE C. SERRATUS</u> .51	
I-3-1- Résultats	51
I-3-1-1- Sur graines hôtes	51
I-3-1-1-1- <u>Souche A. hypogaea</u>	51
I-3-1-1-2- <u>Souche T. indica</u>	52
I-3-1-1-3- <u>Souche B. reticulata</u>	52
I-3-1-1-4- <u>Souche B. rufescens</u>	52
I-3-1-1-5- <u>Souche C. sieberiana</u>	53
I-3-1-2- Sur gousses hôtes	53
I-3-2 Discussion	54

II-	DYNAMIQUE DES POPULATIONS DE <i>C. SERRATUS</i> EN RAPPORT AVEC SES PLANTES HOTES	59
II-1-	<u>RESULTATS</u>	59
II-1-1-	Phénologie des Caesalpinoïdæ hôtes de <i>C. serratus</i> à Keur Baka	59
II-1-2-	Evolution des populations de <i>C. serratus</i> à Keur Baka	63
II-1-2-1-	<u>Suivi des pontes sur hôtes sauvages de novembre 1997 à octobre 1999</u>	63
II-1-2-1-1-	<i>B. reticulata</i>	63
II-1-2-1-2-	<i>C. sieberiana</i>	65
II-1-2-1-3-	<i>T. indica</i>	67
II-1-2-1-4-	<i>B. rufescens</i>	69
II-1-2-2-	<u>Suivi des pontes sur arachide de novembre 1997 à octobre 1999</u>	71
II-1-2-3-	<u>Facteurs de mortalité chez <i>C. serratus</i></u>	73
II-1-2-3-1-	La mortalité au stade œuf	73
II-1-2-3-2-	La mortalité larvo-nymphale	75
II-1-2-3-3-	Etude particulière de <i>Plathyspathius pictipennis</i>	80
II-1-2-3-4-	Remarque sur <i>Entedon omnivorus</i>	81
II-1-2-4-	<u>Piégeage d'adultes de <i>C. serratus</i></u>	81
II-1-3-	Etude de la présence de <i>C. serratus</i> dans d'autres régions du pays	83
II-1-3-1-	Vallée du fleuve Sénégal	83
II-1-3-1-1-	Hôtes sauvages	83
II-1-3-1-2-	Arachide irriguée	84
II-1-3-2-	Autres localités	86
II-1-4-	Capacité de survie de <i>C. serratus</i> à l'intersaison (juillet-octobre).....	88
II-1-5-	Rôle de <i>C. crampeli</i> dans la dynamique des populations de <i>C. serratus</i> à Keur Baka de novembre 1997 à octobre 1999.....	89
II-1-5-1-	<u>Evolution des populations de <i>C. crampeli</i> sur gousses de <i>B. reticulata</i></u>	89
II-1-5-2-	<u>Evolution des populations de <i>C. crampeli</i> sur gousses de <i>C. sieberiana</i></u>	91
II-1-5-3-	<u>Evolution des populations de <i>C. crampeli</i> sur gousses de <i>T. indica</i> cueillies et ramassées.</u>	93
II-1-5-4-	<u>Evolution des populations de <i>C. crampeli</i> sur gousses d'<i>A. hypogaea</i></u>	93
II-1-5-5-	<u>Evolution des populations de <i>C. crampeli</i> sur gousses de <i>B. rufescens</i></u>	93
II-2-	<u>DISCUSSION</u>	95
II-2-1-	Phénologie des plantes hôtes	95
II-2-2-	Evolution de <i>C. serratus</i> sur ses hôtes sauvages	96
II-2-2-1-	<u>La température, facteur d'accroissement des populations</u>	103
II-2-2-2-	<u>Compétition et maintien de <i>C. serratus</i> sur ses hôtes sauvages</u>	104
II-2-2-3-	<u>Rôle de <i>C. crampeli</i> dans la disponibilité en ressources des hôtes sauvages</u>	106
II-2-3-	Parasitisme	109
II-2-3-1-	<u>Impact d'<i>Uscana caryedoni</i>, parasitoïde oophage dans la régulation des populations de <i>C. serratus</i></u>	109
II-2-3-2-	<u>Parasites larvo-nymphaux</u>	111

II-2-4- Prospections	
II-2-4-1- <u>Niveaux d'infestation des hôtes sauvages de <i>C. serratus</i> dans d'autres localités du pays</u>	112
II-2-4-2- <u>L'arachide dans la vallée du fleuve sénégal</u>	113
II-2-5- Arachide: relation avec hôtes sauvages, évolution de l'infestation dans les stocks.....	114
CONCLUSION	118
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	125
ANNEXES	139

INTRODUCTION

Les légumineuses sont cultivées dans le monde entier, sous les tropiques comme dans les zones tempérées. Leurs graines ont une teneur élevée en protéines, de 17 à 25 % dans les produits secs. Leur contribution à la production mondiale de protéines est élevée, probablement de l'ordre de 8 %. Elles sont donc un aliment important pour l'homme, et d'un grand intérêt au point de vue nutritionnel (Aykroyd & Doughty, 1964). Elles représentent la plus importante source de protéines des communautés insuffisamment riches pour s'alimenter de viandes et de poissons (De Luca, 1967). Les légumineuses présentent de nombreux intérêts économiques, biologiques ou écologiques (Rasplus, 1988). Presque toutes les légumineuses utilisées pour l'alimentation de l'homme et des animaux domestiques et toutes celles qui sont cultivées pour leurs graines appartiennent à la sous-famille des Papilionacées. Parmi celles-ci, il y a l'arachide (*Arachis hypogaea* L.). Cette plante originaire d'Amérique du Sud, est surtout cultivée comme oléagineux dans toutes les régions tropicales du monde, particulièrement en Afrique.

Au Sénégal, l'arachide joue un rôle déterminant dans l'agriculture tant par les surfaces emblavées que par sa production. En 1998, cette dernière est évaluée à près de 720 000 tonnes contre 1 200 000 tonnes pour l'ensemble des céréales (Sagna, 1999). En effet, la culture arachidière qui s'est intensifiée depuis la colonisation reste une des sources d'exportation les plus solides de l'économie du pays. Cependant, si son mode de fructification endogée la protège efficacement des insectes, sa conservation est un problème particulièrement épineux à cause d'un Coléoptère Bruchidae : *Caryedon serratus* (Olivier). La bruche est signalée sur arachide au Sénégal au début du dernier siècle, en 1910 (Appert, 1954). Depuis, son aire de répartition ne cesse de s'agrandir.

C. serratus, insecte originaire d'Afrique, est passé secondairement à l'arachide par allotrophie (Decelle, 1981). Primitivement, il était inféodé à des légumineuses sauvages des genres *Bauhinia*, *Cassia* et *Tamarindus*. Conway (1983) le signale sur *Prosopis africana* et Davey (1958) sur *Cassia fistula*, Calderon *et al.* (1967) le citent sur *Acacia nilotica* et *A. spirocarpa* en Israël. Excepté *B. rufescens* qui fructifie en permanence, les hôtes de *C. serratus* traversent tous au cours de l'année une période marquée par une absence totale de gousses.

Les mécanismes d'infestation de l'arachide nouvellement récoltée par la bruche ont toujours suscité des controverses. Green (1959), Robert (1984), Diallo & Pierre (1990) pensent à une mauvaise hygiène par la persistance de bruches dans les locaux de stockage. Ces dernières peuvent se développer sur des gousses résiduelles ou rester en quiescence dans leur cocon (Anonyme, 1995). Dans la nature des attaques de *C. serratus* ont été notées par plusieurs auteurs (Mital & Khanna, 1967 ; Pointel, 1980 ; Singal & Toky, 1990 ; Ndiaye, 1991), l'infestation initiée au champ se poursuivrait en stock. D'après Robert

(1985) et Gagnepain *et al.* (1986), l'arachide n'est pas infestée partout où elle cohabite avec *C. serratus*.

Face à la menace des déprédateurs d'une manière générale, les systèmes de lutte font appel presque exclusivement à l'emploi de produits chimiques. L'utilisation de ces insecticides est en butte à des contraintes majeures : coût onéreux, méconnaissance des produits, apparition précoce de souches résistantes (Delobel & Tran, 1993). Chez *C. serratus* qui se développe à l'intérieur des graines d'arachide, il se pose le problème d'accessibilité des formulations insecticides (Ndiaye, 1991). Ainsi grâce au polyvoltinisme (plusieurs générations par an) de l'espèce quelques spécimens rescapés des traitements peuvent toujours être à l'origine d'une nouvelle infestation et anéantir du coup les actions déjà entreprises. Par ailleurs, il est avéré que l'attaque de *C. serratus* facilite l'installation d'insectes secondaires et surtout celle d'un champignon, *Aspergillus flavus*, producteur d'une substance cancérigène : l'aflatoxine. Sur le plan pondéral, des tests en stocks fermés (Ndiaye, 1991) montrent que la pré-infestation au champ des arachides par *C. serratus*, même si elle est faible, peut suffire à détruire complètement des stocks destinés à fournir des semences en quatre mois de conservation seulement.

Pour toutes ces raisons, une orientation nouvelle dans la lutte contre la bruche de l'arachide s'impose. Il est facile de comprendre que pour une lutte raisonnée et efficace contre ce ravageur des stocks d'arachides, le recours à des formes autres que l'emploi intempestif d'insecticides paraît obligatoire. Beaucoup de chercheurs s'accordent sur la nécessité d'une bonne connaissance de l'écologie (Robert, 1984), de la dynamique en milieu naturel (Conway, 1975 ; Matokot *et al.*, 1987) et de la biologie (Sembène, 1997) du déprédateur en question. Les propos de Labeyrie (1981) à ce sujet sont forts intéressants : "prétendre passer à une protection efficace, en faisant l'économie d'études biologiques sérieuses, abordées avec une conception écologique, est une mystification". Ces impératifs constituent pour nous une motivation pour mener une étude écophysologique concomitamment à l'analyse de la structure et de l'évolution des peuplements naturels de la bruche en rapport avec ses principaux hôtes potentiels au Sénégal.

Ainsi, dans un premier chapitre nous procéderons à une revue bibliographique portant sur *C. serratus* et ses différents hôtes.

Dans le second chapitre nous étudierons la biologie du ravageur au laboratoire pour une meilleure connaissance de ses paramètres de base qui sont étonnamment mal connus (Delobel, com. pers.). En effet, en dehors des travaux déjà anciens et ponctuels de Cancela Da Fonseca (1964, 1975), aucune étude ne s'est attachée à les mesurer. Les effets de la nature de la plante hôte sur le développement larvaire et spécifiquement ceux de la température sur le développement de la souche *A. hypogaea* sur graines d'arachide seront

mesurés. Il sera effectué des tests de préférence de ponte afin de lever l'équivoque qui plane à ce sujet.

Dans le troisième chapitre nous présenterons une étude dynamique de *C. serratus* en rapport avec ses différents hôtes dans une zone située au cœur du bassin arachidier (Keur Baka). Cependant, de façon conceptuelle cette idée d'étudier la dynamique des populations n'est pas nouvelle : Ali-Diallo (1991), Pierre & Huignard (1990) et Ndiaye (1991) l'avaient déjà entreprise. Mais ces derniers n'ont fait que déflorer la quintessence de la problématique parce que leur recensement des plantes hôtes du ravageur a été tronqué ; cela fait qu'aucune des études n'a pris en compte la globalité des supports de développement de *C. serratus* présents dans le milieu d'étude. Il sera question d'apprécier l'impact des ennemis naturels de *C. serratus* qui est un aspect inhérent à la dynamique des peuplements de cet insecte. Des piégeages d'adultes de cette bruche sur les différentes plantes hôtes et quelques greniers paysans seront entrepris afin d'estimer la proportion d'adultes à différentes périodes de l'année. Nous mettrons en évidence en second lieu l'action d'une autre bruche : *C. crampeli* (Pic). Cette dernière fut très rarement signalée, probablement par confusion avec *C. serratus* avec lequel il vit pratiquement sur les mêmes plantes hôtes. Cette méconnaissance, ne serait-ce qu'une surestimation de l'action de *C. serratus* est source de résultats entachés d'erreurs. L'action de *C. crampeli* comme éventuel compétiteur de *C. serratus* sera notamment explorée. En appoint, nous avons jugé utile d'effectuer quelques missions d'échantillonnage, principalement dans la vallée du fleuve Sénégal pour évaluer la présence et la prépondérance du ravageur et de ses parasitoïdes. Contrairement à notre principal site d'étude où la culture de l'arachide se fait durant la saison pluvieuse, dans la vallée elle se fait par irrigation. Et semble-t-il l'arachide n'y est pas attaquée (Faye, com. pers.) malgré la présence du ravageur. Ainsi nous essayerons d'expliquer les modalités de leur coexistence.

Chapitre 1

REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

I- *CARYEDON SERRATUS*

I-1 SYSTEMATIQUE

Ordre : Coléoptères

Famille : Bruchidae

Sous-famille : Pachymerinae

Tribu : Caryedini

Genre : *Caryedon*

Espèce : *serratus*

Jadis, la bruche de l'arachide a reçu plusieurs appellations selon les auteurs : *Caryedon cassiae* Gyllenbal, *C. fuscus* Goeze, *Pachymerus acaciae* Gyll., *P. cassiae* Gyll., *P. chinensis* L., *P. longus* Pic (Davey (1958)). Ce dernier le nommait *Caryoborus gonagra*. Les travaux de Decelle (1966) ont montré que ces noms sont erronés et désignent en réalité des espèces autres que *Caryedon serratus* qui est le seul nom valable.

I-2 BIOLOGIE

Caryedon serratus est un insecte ayant une activité nocturne. L'adulte, brun à mordoré, moucheté de noir, a un corps ovale allongé et possède des fémurs postérieurs, très fortement dilatés denticulés au bord ventral (Delobel & Tran, 1993). Les antennes sont longues, dilatées à partir du 3^{ème} article, nettement dentées et même subpectinées à partir du 4^{ème} article, les yeux sont très gros et proéminents (Decelle, 1965). Le pygidium est incurvé chez le mâle et visible chez la femelle en vue dorsale (Williams, 1980), (Figure 1).

Les femelles de *C. serratus* produisent, pendant la scotophase, une phéromone sexuelle volatile qui déclenche chez les mâles une chémoanémotaxie positive grâce à la sensibilité de récepteurs antennaires (Chaibou *et al.*, 1993). Selon Boucher & Huignard (1987) puis Boucher & Pierre (1988), l'accouplement a lieu au début de la scotophase lorsque l'intensité lumineuse devient très réduite. Ce comportement sexuel pourrait être dû soit à la décroissance de l'intensité lumineuse, soit aux faibles variations de la température qui en résultent. La femelle pond ses œufs peu de temps après l'accouplement qui dure 25 à 45 mn d'après Pajni & Mann (1979). D'après ces auteurs, un spermatophore est introduit dans la bourse copulatrice de la femelle au cours de ~~de~~ l'accouplement. Environ 80 % des



Figure 1: Adulte(s) de *C. serratus*; (a): sur gousses d'arachide (b): sur graine de *Bauhinia reticulata*

œufs sont déposés sur les fissures dans les gousses où ils sont difficiles à localiser. A 27,5° C et 30 ° C, la période moyenne de ponte est de 9 à 13 jours et est légèrement influencée par l'humidité relative (Cancela Da Fonseca, 1964). A l'éclosion, la larve perce le tégument de la gousse en dessous de l'orifice pratiqué dans le chorion de l'oeuf ou bien, dans certains cas cherche plus loin un emplacement propice. A l'intérieur de la graine, elle creuse une galerie dans laquelle on la trouve toujours environnée de déjections blanches qui adhèrent à son tégument (Risbec, 1948). Il y a quatre stades larvaires ; à maturité, la larve mesure environ 6 mm, elle est de couleur blanc jaunâtre virant au rosé au moment de la construction du cocon. Les larves de deuxième et de troisième stade avec des pattes réduites sont peu mobiles à la différence des larves de premier et de quatrième stade qui, elles, peuvent se mouvoir. Le cocon, translucide et de texture membraneuse, est construit, soit à l'intérieur de la gousse, soit à l'extérieur, sur un support végétal ou dans le sol. Dans le premier cas, l'émergence de l'adulte laisse un orifice de 2 à 3 mm de diamètre ; dans le second, la sortie de la larve de quatrième stade ne laisse qu'un orifice de 1 à 1,5 mm. Le temps mis entre la formation du cocon et la sortie de l'adulte est variable et dépend des conditions de températures et d'hygrométrie. A 35°C , il est en moyenne de 15 jours alors que Robert (1984) évoque un étalement pouvant atteindre 4 mois. A l'émergence du cocon, les adultes sont sexuellement mûrs, et ils peuvent aussitôt s'accoupler, et la ponte survient un jour après, habituellement sur les gousses sèches (Prevett, 1967 a ; Delobel & Tran, 1993).

La fécondité des femelles est tributaire des conditions environnementales. Selon Delobel (1989 b), la longévité des femelles en présence de gousses d'arachide est plus faible (17,6 jours) que celles des femelles qui en sont privées. Cette différence semble liée à un effort reproducteur moins important chez les secondes. L'adulte semble se nourrir de diverses substances : pollen, nectar, eau...

I-3 ORIGINE ET REPARTITION GEOGRAPHIQUE

D'après Decelle (1981), *C. serratus* est un insecte d'origine africaine et vivait primitivement sur *T. indica*. *C. serratus* se rencontre presque dans toute l'Afrique tropicale, essentiellement en zone de savane arborée (Mauritanie, Sénégal, Mali, Guinée Bissau, Côte d'Ivoire, Ghana, Burkina Faso, Nigeria, Niger, Tchad, Cameroun, Soudan, Ethiopie, Kenya, Zaïre, Tanzanie, Zimbabwe). Actuellement, *C. serratus* tend à devenir ubiquiste dans les zones tropicales du monde entier. Sa dissémination est surtout due au commerce de deux de ses plantes hôtes : le tamarin (Credland, 1990) et dans une moindre mesure l'arachide. On le rencontre en Moyen et Extrême Orient, en Nouvelle Zélande, au Mexique, en Guyane, aux Antilles (Anonyme, 1970), en Floride (Kingsolver, 1992), en Thaïlande (Sukprakarn et Tauthong, 1981). Actuellement de nouveaux centres d'infestation apparaissent en Afrique

Centrale et dans le sous-continent Indien (Delobel, comm. pers.). En Israël, il a été signalé sur *Acacia tortilis*, *A. spirocarpa*, et *Prosopis farcta* (Belinsky & Kugler, 1978). Des spécimens issus de *P. farcta* furent envoyés à Southgate qui les a croisés avec des *C. serratus* venus d'Afrique de l'Ouest. Sur 15 croisements, seuls 6 ont produit une F1 et, des 4 adultes émergents, il n'y a pas eu de F2. Southgate en conclut qu'il s'agit de 2 sous-espèces : *C. serratus* et *C. s. palaesticus*. Puis Belinsky & Kugler (1978) l'élevèrent au rang d'espèce en raison d'une variation phénotypique de la plaque prothoracique de la larve de 1^{er} stade : *Caryedon palaesticus* Southgate (Ndiaye, 1991).

I-4 PARASITOIDES

Peu de choses sont connues sur les parasitoïdes des différents stades de la bruche de l'arachide. A cause des difficultés d'identification de ceux-ci, beaucoup de données bibliographiques qui sont fournies sont erronées. Cependant, d'après les travaux antérieurs, en Afrique on peut communément distinguer 5 parasitoïdes. Quatre d'entre eux sont des Chalcidiens représentant 4 familles (Trichogrammatidae, Eurytomidae, Pteromalidae, Chalcididae) et une espèce de *Bracon* qui est un Braconidae (Gagnepain & Rasplus., 1989). On peut distinguer 2 types de parasitoïdes : ceux qui parasitent les œufs durant leur développement et ceux qui parasitent les larves et les nymphes.

1- Parasites oophages :

Une famille bien connue pour ses espèces oophages est celle des Trichogrammatidae. Le genre *Uscana* Girault semble strictement inféodé aux œufs de Bruchidae (Steffan, 1981). Parmi eux, il y a *Uscana caryedoni* Viggiani qui se développe aussi bien chez *C. serratus* que chez *C. congoense*. Le taux de parasitisme d'*Uscana caryedoni* varie entre 3 % au début des pontes à 30 % au cours de la seconde phase de dépôt des oeufs en janvier. Un essai réalisé dans les conditions de laboratoire a révélé chez *U. caryedoni* de très faibles potentialités comme agent de limitation des populations de *C. serratus* dans les stocks d'arachide. Son activité paraît limitée aux couches superficielles d'arachide. Les taux de parasitisme sont extrêmement faibles, ils ne dépassent pas 1 % au meilleur des cas (Delobel, 1989 a). Le cycle de cet insecte dure de 10 à 12 jours, les mâles émergent 20 à 24 h avant les femelles (Rasplus, 1988). Cependant, Delobel (1989 a) constate que l'émergence des femelles peut se poursuivre jusqu'au 27^{ème} jour.

2- Parasites de larves et de nymphes :

-*Anisopteromalus caryedophagus* Rasplus ; c'est un ectoparasite grégaire des larves et des nymphes du genre *Caryedon*. Ses œufs sont déposés par groupes de 3 à 8 préférentiellement sur la face ventrale de la nymphe, lorsque celle-ci est accessible. Le cycle biologique a une

(2/9)

durée de 14 à 17 jours. Le sex-ratio moyen est de 0,51. Cet insecte a un taux de parasitisme très difficile à évaluer dans les conditions naturelles sur *C. serratus* (Gagnepain & Rasplus, 1989).

- *Bracon (Ophthalmobracon) sp* ; cette espèce grégaire attaque fréquemment *C. serratus*. 5 à 9 larves se développent aux dépens de larves ou de nymphes de *C. serratus*, et construisent leurs cocons à l'intérieur du cocon de *C. serratus*. Le niveau de parasitisme affectant *C. serratus* n'a pas été déterminé précisément, mais se situe probablement entre 20 à 40 % (Gagnepain & Rasplus, 1989).

- *Pronocura serratocida* Rasplus ; c'est une espèce qui apparaît sporadiquement et est un ectoparasite de nymphes attaquant *C. serratus*. Sa biologie est probablement similaire à celle de *Pronocura caryobori* avec qui elle fut confondue initialement (Rasplus, 1988).

- *Eurytoma caryedocida* Rasplus ; c'est également une espèce sporadique, ectoparasite de nymphes attaquant *C. serratus*. Son taux de parasitisme n'est pas encore connu (Rasplus, 1988).

- En outre, Rasplus (1990 a) signale que dans le genre *Entedon*, la totalité des espèces élevées à Lamto sont des endoparasites solitaires ou grégaires des larves et des nymphes de Bruchidae, donc probablement de *C. serratus*.

II- PLANTES HOTES DE *C. SERRATUS*

II-1 L'ARACHIDE

L'arachide, *Arachis hypogaea*, est une Légumineuse. C'est une plante annuelle, originaire de l'Amérique du Sud, mais cultivée aujourd'hui presque dans tous les pays chauds du globe. Elle réussit particulièrement bien sous les climats tropicaux possédant une saison des pluies de moyenne durée pendant laquelle la plante se développe. La sélection de l'arachide a débuté au Sénégal en 1924 à partir de populations localement cultivées, puis s'est poursuivie, de 1959 à 1982, avec de nouvelles introductions étrangères et en faisant appel aux techniques de l'hybridation (Viera Da Silva, 1988 cité par Ndiaye, 1991). Diverses variétés (une douzaine environ), à durée de développement propre à chacune des zones écologiques ont été sélectionnées par la recherche agricole (ISRA-IRAT), et progressivement mises en place du nord au sud selon les caractéristiques des zones (Anonyme, 1982 cité par Ndiaye, 1991). Cependant la réduction de la pluviosité moyenne générale et de la longueur du cycle des pluies depuis quelques années (Viera Da Silva, 1988) pose de nouveaux problèmes à la culture de l'arachide, et explique l'intégration dans les critères de sélection, de paramètres physiologiques ou de tolérance à la sécheresse.

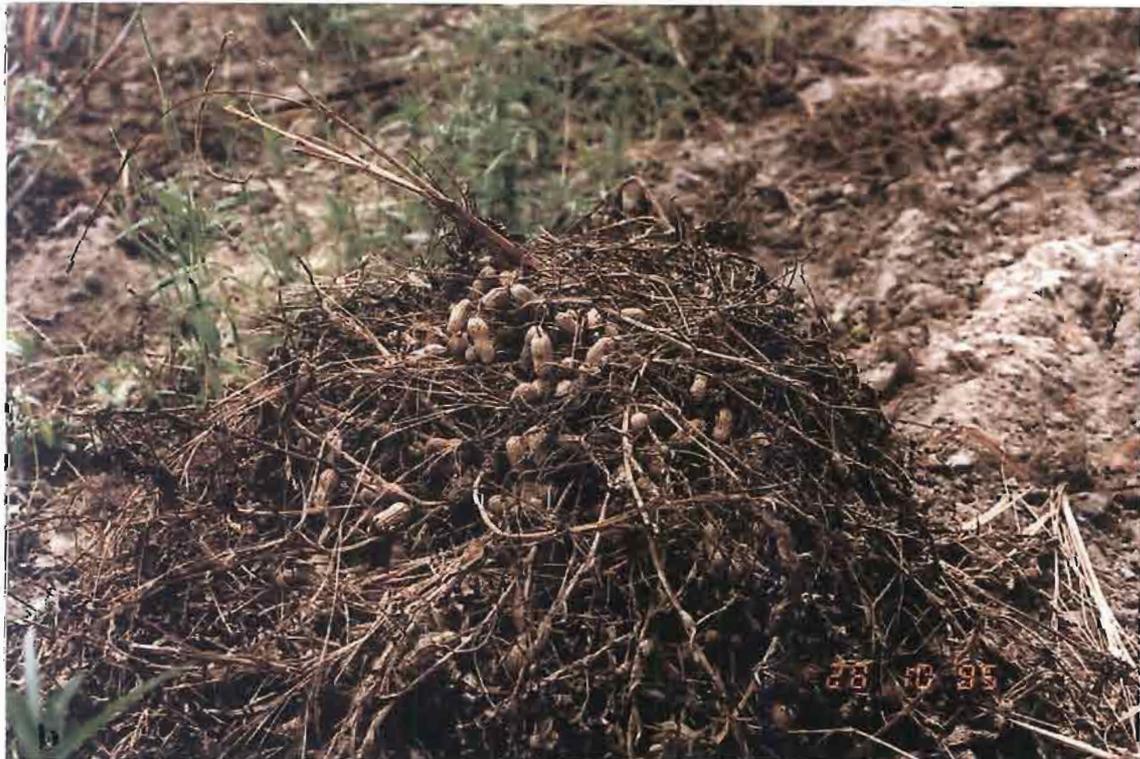


Figure 2: *Arachis hypogaea* (a): disposition des moyettes dans un champ lors du séchage; (b): agrandissement d'une moyette

Les arachides sont généralement cultivées dès le début de l'hivernage et déterrées à maturité à la fin des pluies, et la teneur en eau des gousses est alors élevée, de l'ordre de 40 à 50 % (Gillier & Bockelée-Morvan, 1979). Il est nécessaire d'effectuer un séchage au champ. Au Sénégal où le battage manuel est pratiquement général, le séchage doit être prolongé jusqu'à l'obtention d'une teneur en eau inférieure à 10 % et se fait d'abord sur la ligne, puis en petits tas dits moyettes (Figure 2), ces dernières sont ensuite rassemblées en meules. Cela dure donc généralement plusieurs semaines au cours desquelles divers insectes peuvent intervenir. L'égoussage est pratiquement immédiat après la récolte lorsqu'il s'agit d'arachides de bouche (pour les confiseries) ou alors lors de la vente dans les marchés locaux (grillées ou bouillies). Après le battage au champ (novembre ou décembre), une partie de la récolte est conservée par le paysan pour constituer ses semences de l'année prochaine. Le mode de stockage est variable selon les zones, mais le plus répandu est sous forme de sacs en jute ou polypropylène tressés, entreposés les uns sur les autres dans un coin de la maison ou dans les greniers. Ce stockage paysan se fait généralement en coque et le décorticage des semences a lieu à l'approche de l'hivernage en mai ou juin (Ndiaye, 1991).

Comme toutes les plantes répandues dans les régions les plus diverses du globe, l'arachide a de nombreux ennemis et elle est susceptible de contracter des maladies diverses qui causent parfois de sérieux préjudices à la culture. Parmi les ravageurs de l'arachide, les insectes tiennent la 1^{ère} place, mais des Mammifères et des Oiseaux, des Vers, des Iules causent parfois des dépréciations importantes. Diverses méthodes de lutte ont été employées. Bouffil & Luziau (1946) procédaient par un poudrage direct avec du D.D.T. à la dose de 1 %. Cela assurait une très bonne protection tout en préservant les facultés germinatives des graines. Cet insecticide fut interdit par la suite. Actuellement la lutte chimique s'articule sur l'utilisation de trois familles d'insecticides de contact (organophosphorés, organophosphorés, pyréthrinoïdes de synthèse) et de fumigants (Ducom, 1996).

Parallèlement à cette protection chimique, les paysans ont recouru de tout temps à plusieurs plantes à effet insecticide : *Azadirachta indica*, *Boscia senegalensis*, *Malpighia alternifolia*... (Ndiaye, 1991). Cependant les résultats escomptés n'ont pas été atteints parce que très peu reproductibles en stocks réels. L'huile d'arachide comme celle du neem a une action adulticide pour *C. serratus* entre 0 et 2 mois. Mais selon Schoonhoven (1978) cité par Cardet (1996), la mortalité des adultes serait due principalement à la texture de l'huile et non aux substances insecticides présentes dans l'huile de neem. En effet, l'huile agit sur la cuticule de l'insecte l'empêchant ainsi de respirer. La conservation par le froid, parfois utilisée, ne peut être envisagée que dans des cas exceptionnels (arachide de bouche décortiquée, stocks de semence de sécurité) étant donné son coût très élevé. De même l'ensilage hermétique est très efficace mais peu pratique et entraîne la diminution de la

faculté germinative des graines. L'utilisation de poudres inertes abrasives semble prometteuse au niveau de petits stocks, des essais réalisés avec l'attapulgite à raison de 5 g/kg d'arachide décortiquée, montre une excellente efficacité (Ndiaye, 1991). Sur le plan de la lutte biologique, Delobel (1989 a) à la suite de l'étude du Trichogrammatidae *U. caryedoni*, parasite oophage intervenant comme agent efficace de limitation des populations de *C. serratus* conclut pourtant que son utilisation dans un programme de lutte biologique n'est pas envisageable.

La plupart de ces méthodes n'assure donc pas une protection convenable contre la bruche de l'arachide pour diverses raisons. Celles qui sont efficaces le sont à des coûts qui sont hors de portée des paysans et même des états si on considère la dimension de certains stocks. Tout semble prouver qu'il faut recourir à la conjonction de plusieurs procédés pour mettre au point des techniques de lutttes appropriées contre ce ravageur. Un préalable est la connaissance de la biologie, de l'écophysiologie et la dynamique des populations de la bruche de l'arachide, objet de cette présente étude.

à la
de

II-2 LES CAESALPINOIDEAE SAUVAGES HOTES DU RAVAGEUR

Le nombre d'essences sur lesquelles *C. serratus* peut accomplir son développement suscite quelques controverses. Cela découle des nombreuses confusions taxinomiques jadis observées sur l'identité véritable de la bruche de l'arachide. L'inventaire des légumineuses hôtes a été entrepris par Davey (1958) puis revu par Prevelt (1965, 1967 b). Au Sénégal Ndiaye (1991) cite la présence de six de ces hôtes : *Tamarindus indica*, *Bauhinia rufescens*, *Cassia sieberiana*, *Bauhinia reticulata*, *Bauhinia thonningii* et *B. monandra*. Les travaux de Delobel *et al.* (1995) puis Delobel (1995) sont une confirmation de ce nombre limité de Caesalpinoideae existant au Sénégal. La description de ces espèces est tirée de Giffard (1971). Dans la figure 3 sont représentées les quatre plantes les plus communes au Sénégal.

II-2-1 *Bauhinia rufescens*

C'est un petit arbre de 5 à 6 m de haut au port buissonnant. L'écorce, gris cendré, est lisse sur les jeunes arbres et sa tranche est rosée. Les feuilles longuement pétiolées, orbiculaires, ont 2 cm de large. Elles sont gris-vert mat et elles tombent pendant la saison sèche, sauf dans les stations humides. Les fruits, rassemblés en paquets de gousses falciformes, brun foncé, coriaces, plus ou moins étranglés entre les graines mesurent 7 cm de long et 1 cm de large. Elles demeurent longtemps sur l'arbre et contiennent 6 à 8 graines brunes. L'espèce est sahélienne. Présente depuis l'Océan Atlantique jusqu'à l'Océan Indien, elle est surtout abondante sur les sols compacts. Les feuilles, les fruits verts, les gousses



a



b



c



d

Figure 3: Plantes hôtes de *C. serratus*. (a): *Bauhinia rufescens*; (b): *Cassia sieberiana*; (c): *Bauhinia reticulata*; (d): *Tamarindus indica*

sèches sont recherchées des ovins, caprins, et des chameaux. Le fourrage est bien apprécié par les bovins. Il en résulte que, dans maintes stations de la zone sylvopastorale, *Bauhinia rufescens*, jadis abondant, est en voie de disparition.

II-2-2 *Cassia sieberiana*

C'est un petit arbre du secteur soudano-guinéen dont l'aire s'étend du Sénégal jusqu'au Soudan et en Ouganda. Il peut atteindre 10 à 12 m de hauteur sur des sols profonds et fertiles, mais le plus souvent, en particulier sur les terrains secs, le fût est court, contourné, ramifié dès la base et le port demeure buissonnant. Assez abondant en Casamance et au Sénégal Oriental, présent à l'état diffus dans le Cayor, très rare dans le sud du Sahel, *C. sieberiana* est caractérisé par des rameaux terminaux retombants couverts de fleurs jaunes longuement pédicellées, qui apparaissent entre février et mai alors que la cime est défeuillée. Les feuilles composées pennées ont 6 à 12 paires de folioles oblongues lancéolées, de 6 cm sur 3 cm, largement acuminiées, obtuses au sommet.

II-2-3- *Bauhinia reticulata*

Appelé autrefois *Piliostigma reticulatum*, ce dernier a été récemment mis en synonymie avec *Bauhinia* (Mabberly, 1993). C'est un arbre au fût contourné rarement droit et à la cime sphérique et touffue qui peut atteindre 8 à 9 m de haut sur sol fertile mais qui souvent conserve un port buissonnant avec de nombreux rejets issus de la souche. L'écorce noirâtre est profondément fissurée longitudinalement. Les feuilles sont épaisses, coriaces, presque orbiculaires, cordées à la base. Gris-vert, glabres en dessous, elles mesurent environ 7 cm de largeur et 8 cm de longueur. Les gousses sont longues de 15 à 20 cm, large de 5 cm, parfois bosselées, devenant ligneuses (Berhaut, 1967). *B. reticulata* est une espèce typiquement soudanienne qu'on rencontre depuis le Sénégal jusqu'au Soudan. Elle fait souvent de fréquentes incursions dans le domaine sahélien, en particulier dans la vallée du fleuve Sénégal.

II-2-4 *Tamarindus indica*

Cette plante est vraisemblablement originaire des forêts ripicoles de l'Ouest de Madagascar, qui aurait été introduite depuis fort longtemps en Inde et en Afrique où elle a été multipliée par les hommes et les animaux qui, consommant les fruits, ont dispersé les noyaux. L'espèce d'affinité écologique soudano-sahélienne, est présente du Sénégal au Soudan, le plus souvent à l'état dispersé, relativement abondante dans les districts habités. On la rencontre aussi dans le secteur soudano-sahélien, surtout en bordure des rivières, et dans le secteur soudano-guinéen, sur des défrichements anciens.

C'est un arbre de 12 à 15 m de hauteur. L'écorce du tronc et des branches est grisâtre, écaillée, très crevassée. Les feuilles contiennent 9 à 12 foliolules glabres, arrondies aux deux extrémités, mesurant environ 18 mm sur 6, vertes dans la phase juvénile, grises pendant la saison sèche. Les fruits, d'abord vert-roussâtre, puis jaunes et enfin noir en maturité, duveteux au toucher, indéhiscent, cylindriques, aplatis, de 15 cm de long et de 2 cm de diamètre, contiennent sous un mince péricarpe crustacé, une couche pulpeuse renfermant 6 à 8 graines brunes et brillantes. Les fleurs sont mangées en salade dans certains pays, et souvent, les populations rurales consomment les feuilles bouillies en fin de saison sèche au moment où elles se renouvellent. Rafraîchissante, riche en acide tartrique, la pulpe du fruit a la réputation d'être un fortifiant.

II-2-5 *Bauhinia monandra* Kurz

Grand arbre ou arbuste atteignant 15 m de hauteur, d'origine inconnue, probablement néotropicale. Introduit au Sénégal comme plante ornementale, il est maintenant cultivé dans les régions tropicales et parfois rencontré comme échappé des cultures. Les fleurs sont roses et larges de 7 à 9 cm. Les gousses sont déhiscentes, linéaires et lisses (20 x 2 cm). Les graines sont aplaties et longues de 15 à 20^{mm} cm, larges de 25 mm.

II-2-6 *Bauhinia tomentosa* Linné

Arbuste dressé, atteignant 3 m de hauteur. L'espèce est originaire d'Asie tropicale, cultivée dans les pays tropicaux comme plante ornementale. Les gousses sont déhiscentes, linéaires et lisses (7-15 x 1-1,5 cm). Les graines sont aplaties, suborbiculaires avec environ 1 cm de diamètre.

II-2-7 *Bauhinia thonningii* (Schum) Milne-Redh

Autrefois appelé *Piliostigma thonningii* (Schum), ses caractéristiques sont quasiment identiques à celles de *B. reticulata*. Il possède cependant des feuilles plus grandes à nervures rougeâtres sur la face inférieure. Les gousses ne sont pas fendillées ; leur surface est veloutée. On le rencontre dans les savanes boisées et les galeries forestières des régions soudano-sahéliennes et surtout soudano-guinéennes. Au Sénégal on le rencontre dans la partie sud du pays à partir de la région de Kolda et dans la région de Tambacounda vers Kédougou (observation personnelle).

III CARYEDON CRAMPELI (PIC)

Bien que *C. serratus* soit le but de cette étude, il est important d'insister sur la présence de *Caryedon crampeli* qui partage avec ce dernier pratiquement les mêmes hôtes (Ali-Diallo, 1991). *C. crampeli* a été décrit pour la 1^{ère} fois par Pic (1924) sous le nom de *Pachymerus crampeli*. Après une révision systématique, Decelle (1951) cité par Udayagiri & Wadhi (1989) l'a rangé dans un autre genre et il fut reconnu dès lors comme *Caryedon crampeli*. Par la suite, Prevett (1965), par une erreur d'identification l'appela sous le nom de *C. cassiae* (Borowiec, 1990). Seule la larve de premier stade (L1) avait été identifiée sur *B. rufescens*, *C. sieberiana*, *C. arereh* et sur *P. africana*. En 1984, en Côte d'Ivoire, Robert l'a identifié sur des gousses mûres de *C. sieberiana* et de *B. reticulata* dans la région de Dosso où il vivait seul tandis qu'en Boassa il cohabitait avec *C. serratus* malgré une forte prédominance de ce dernier. Selon ce même auteur, *C. crampeli* semble avoir une biologie très voisine de ^{celle de} *C. serratus*.

Hormis l'examen des genitalia, on peut distinguer *C. crampeli* de *C. serratus* d'après la forme de leurs œufs. En effet, ceux de *C. crampeli* sont de taille un peu plus grande et ont une forme plus arrondie. L'observation peut se faire à l'œil nu, sinon on peut recourir à l'utilisation d'une loupe binoculaire dans certains cas.

C'est fondamentalement les critères forme et taille des œufs qui nous permettront dans le cadre de notre étude d'évaluer l'action de cet éventuel compétiteur de *C. serratus*, d'où la nécessité d'opérer une identification précise de ces séminivores.

MATERIEL ET METHODES

I- CADRE D'ETUDE

I-1- CARACTERISTIQUES GENERALES DU SENEGAL

Le Sénégal est situé à l'extrême ouest du continent africain, entre 12° et 16° 30 de latitude Nord et 11° 30 et 17° 30 de longitude ouest. Il s'étend sur une superficie de 196161 km². Le pays est très plat et les reliefs dépassant 100 m n'existent qu'au Sud-est et à l'extrême-ouest du pays (Seck, 1977).

La végétation du Sénégal, comme celle des autres régions du globe, est très étroitement commandée à la fois par la situation géographique, les particularités climatiques et la nature des sols. De tous les facteurs interférents qui entrent en jeu pour donner son caractère au paysage végétal, le plus important est la pluviométrie. Selon la zonation nord-sud des isohyètes on peut distinguer trois grandes régions phytogéographiques naturelles : régions sahélienne, soudanienne et guinéenne. Ces limites ne sont pas absolues, mais moyennes, étant entendu qu'entre chaque grande région se situent des domaines intermédiaires. On a ainsi les domaines sahélo-soudanien et soudano-sahélien entre le sahélien et le soudanien où l'on trouve en mélange les espèces caractéristiques des deux régions ; de même les domaines soudano-guinéen et guinéo-soudanien entre les régions soudaniennes et guinéennes.

Au Nord, dans la région sahélienne où la saison des pluies dure en moyenne 3 mois, le paysage est constitué de prairies estivales composées essentiellement d'herbes annuelles de 0,5 à 1 m. Une végétation arbustive ou arborée existe également, mais elle ne dépasse guère dans l'ensemble 5 à 6 m de haut. Cette végétation ligneuse est souvent très clairsemée et l'horizon se distingue nettement. Parmi les herbes caractéristiques, on peut citer les genres de *Poacées* suivants : *Aristida*, *Schoenefeldia*, *Tragus*, *Trichoneuma*, *Latipes*... Parmi les arbres et les arbustes les genres suivants sont surtout sahéliens au Sénégal : *Adanium* (Apocynacée), *Balanites*, (*Zygophyllacée*), *Boscia*, *Acacia*, *Cadaba*...

Des espèces soudaniennes commencent à faire leur apparition au sud de cette région : des gommiers mbep (*Sterculia setigera*), des baobabs (*Adansonia digitata*), des kapokiers (*Bombax costatum*)...

les isohyètes

Le domaine soudano-sahélien s'étend entre $\sqrt{700}$ et 900 mm. Les herbes et arbres soudaniens dominent ; la prairie d'herbes annuelles encore présente est réduite à des taches isolées. Les grandes Andropogonées vivaces donnent au paysage une physionomie différente : c'est la savane qui atteint 2 m à 2,50 m de hauteur. Les arbres sont plus denses, plus grands, allant jusqu'en 12-15 m de haut, tandis que de belles forêts occupent le centre et l'est de cette zone. A partir de 900 mm, nous sommes dans le vrai domaine soudanien et

pratiquement la flore soudanienne a disparu. A 1500 mm la physionomie générale du paysage est celle d'une forêt sèche, composée d'arbres à feuilles caduques tombant de novembre-décembre à mai, de ce fait elle est seulement verdoyante de juillet à novembre, pendant la saison des pluies. Parmi les principaux arbres et herbes caractéristiques de cette région on rencontre : *Bombax costatum*, *Sterculia setigera*, *Pterocarpus erinaceus*, ...et surtout les *Combretum* qui sont à la région soudanienne ce que les Acacias sont à la région sahélienne. Comme Poacées les Andropogonées remplacent les *Aristida* sahéliens avec les genres suivants : *Andropogon*, *Sorghum*, *Cymbopogon*, *Chasmopodium*... Les espèces soudanienne dominante jusqu'au delà de 1500 mm et il apparaît des arbres puissants de 20 à 25 m, hors des galeries et qui n'existaient pas dans la végétation diffuse soudanienne : *Khaya senegalensis*, *Cola cordifolia*, *Detarium senegalense*... (Kerarho & Adam, 1974).

Au-delà de 1500 mm et jusqu'à 1800 mm la végétation change. Le palmier à huile qui est maintenant partout, même hors des dépressions, indique une humidité permanente. La vraie région guinéenne où les espèces soudanienne ont pratiquement disparu se situe au sud de la région Casamance dans la zone d'Oussouye. Les bas-fonds ont des *Raphia gracilis* et l'on remarque ça et là des essences qui n'existent que dans cette région : *Pycnanthus kombo*, *Piptadeniastrum africanum*, *Coelocaryon oxycarpum*...

Des climats locaux et des sols différents rompent l'homogénéité de ces trois grandes divisions et font apparaître des formations variées. Par exemple le long de la côte entre Saint Louis et Dakar, soufflent pendant 6 mois des alizés du nord, frais et humides, qui dans des sols sableux donnent des steppes à graminées piquetées d'*Acacia raddiana* et d'*Acacia albida*. Au sud de Dakar et jusqu'à la Guinée portugaise, les estuaires envasés sont bordés de mangroves à palétuviers. Ailleurs dans les sols humides à faible profondeur, se développent de très belles rôniers (*Borassus flabellifer var. aethiopum*) : zone de Dagana et de Pire-Goureye (sahélien), du Sine (soudanien) et de Tendouck (guinéen). Dans la vallée du fleuve, du fait des crues annuelles, les sols inondés périodiquement sont cultivés en saison sèche principalement en sorgho et en maïs après le retrait des eaux.

Les températures maximales notées au Sénégal peuvent être importantes, 48° C sont observés couramment en saison sèche, dans la zone subdésertique de Matam, située à l'est du fleuve Sénégal. Les écarts thermiques, déjà notables dans la partie occidentale du pays, tendent à s'accroître davantage vers les régions Est : de 22 à 34° C à Thiès et de 20 à 40° C à Tambacounda, au centre nord du Sénégal (Ndiaye, 1991)

I-2- PRINCIPAL SITE D'ETUDE : KEUR BAKA

L'expérimentation a lieu à Keur Baka, localité située à environ 2 km au nord de Ndoffane, dans la région de Kaolack, département de Nioro, au cœur du bassin arachidier.

I-2-1- Le climat

Le village est situé en zone soudano-sahélienne. La pluviométrie moyenne annuelle est de 800 mm, répartie entre juillet et octobre. La saison sèche dure plus longtemps, de novembre à juin. La répartition et la quantité d'eau tombée peuvent varier d'une année à l'autre. La saison sèche est chaude (moyenne des maxima : 32° C), l'humidité relative est faible dans la journée (10 à 30 %) et augmente dans la nuit pour atteindre son maximum le matin (80 à 100 %). Les vents dominants sont les alizés continentaux chauds et secs (harmattan). La saison des pluies est caractérisée par une amplitude thermique journalière bien plus faible et une humidité relative plus élevée et relativement constante (80 à 100 %). Les moussons, vents d'ouest et sud-ouest, dominent alors largement et sont responsables des précipitations.

I-2-2- Les sols et la végétation

Le village de Keur Baka comporte deux types de sols : des sols rouges et des sols beiges.

Les sols rouges sont des sols ferrugineux tropicaux lessivés plus ou moins remaniés, formés sur matériau dunaire. En raison des faibles proportions en argiles et matières organiques, ils sont caractérisés par des faibles capacités de stockage en eau et en cations.

Les sols beiges sont des sols ferrugineux tropicaux lessivés parfois hydromorphes sur matériau des basses plaines. Ils se rapprochent des sols de type "Dior" par leur texture sableuse en surface, et sont également peu riches en éléments minéraux (Delobel *et al.*, 1996).

II- ETUDE DE LA BIOLOGIE DU RAVAGEUR AU LABORATOIRE

II-1 MATERIEL UTILISE

Des gousses de *Bauhinia rufescens*, *Bauhinia reticulata*, *Cassia sieberiana* et de *Tamarindus indica* sont récoltées dans la zone d'étude de Keur Baka. Elles sont écosées au laboratoire. Une partie des graines est mise dans des bocaux en verre jusqu'à la formation

des cocons. Ces cocons sont ensuite isolés dans des boîtes de pétri de 9 cm de diamètre étiquetées selon l'origine de la souche jusqu'à émergence des adultes.

la plante - hôte

Concernant l'étude portant sur l'écophysiologie et la nutrition larvaire, les adultes issus de chaque plante hôte sont mis à pondre sur les graines correspondantes en présence d'eau et de pollen granulé. Ces expériences débutent au stade œuf, contrairement aux tests de préférence de ponte où le point de départ est le stade adulte. Même dans ce cas, ce sont des adultes issus des graines et non pas directement des gousses qui sont utilisés.

L'autre partie des graines est soigneusement triée. De ce fait, celles qui sont mal formées ou attaquées sont jetées. Le reste est gardé au congélateur à -18° C pour enrayer toute forme d'infestation insidieuse. Ceci parce que les larves pourraient se développer dans les graines et sortir plus tard, ce qui compromettrait les résultats. C'est cette catégorie de graine qui servira d'une part aux élevages de masse de bruches, et d'autre part de substrat de ponte pour les femelles.

II-2 METHODES D'ETUDE

II-2-1 Ecophysiologie et étude de la nutrition larvaire de *C. serratus*

On utilisera comme Robert (1984) la dénomination "souche" pour caractériser les populations de *C. serratus* issues d'une plante hôte donnée. Ainsi on aura cinq souches : *Cassia sieberiana*, *Bauhinia reticulata*, *Bauhinia rufescens*, *Tamarindus indica* et *Arachis hypogaea*. Le premier terme dans la représentation adoptée dans cette étude représente la souche et le second le substrat (graines). Ainsi Tama/ara veut dire la souche de *C. serratus* obtenue de *T. indica* et élevée sur graines d'arachide.

Des femelles provenant d'élevage de masse dans un bocal en verre sont mises à pondre sur un des substrats de développement du ravageur dans des boîtes de Pétri en verre de 11 cm de diamètre. Au début on a eu du mal à obtenir un nombre suffisant d'œufs parce que beaucoup d'entre eux étaient consommés après leur émission. A ce propos, Cancela Da Fonseca (1964) signale que les adultes placés sur les gousses détruisent mécaniquement une grande proportion des œufs qu'ils émettent. Nous avons pallié ce problème grâce à une méthode préconisée par A. Delobel et qui consiste à mettre du sable stérilisé au fond des boîtes de Pétri. Le lendemain, chaque graine est scrupuleusement observée à la loupe binoculaire pour ne laisser qu'un seul œuf. Si une graine en reçoit plus d'un, les autres sont décollés à l'aide d'une pince fine. De cette sorte, il n'y a pas de compétition larvaire intraspécifique. Mais il arrive par mégarde que plus d'un œuf se développe sur une graine. Les graines sont mises dans des boîtes en plastique rectangulaire. Chacune d'elles comporte 4 rangées de 6 puits (logis) numérotés par des lettres et des chiffres en indice de 1 à 6. Pour

chaque souche quatre à cinq boîtes sont remplies (96 à 120 graines sont donc placées dans celles-ci). Cette disposition permet ainsi de suivre individuellement les insectes.

L'ensemble des boîtes est placé dans une enceinte à 45-50 % d'hygrométrie et à une température variable selon les besoins de l'expérimentation (20, 25, 30 ou 35° C).

Pour chaque graine la date de ponte correspondant au jour qui suit le début de l'expérimentation est mentionnée. Il en est de même des dates d'éclosion, de formation de cocons et d'émergence des adultes. Il devient alors facile de calculer la durée des différentes phases. La durée ponte-tissage (du cocon) représente l'intervalle de temps entre la ponte et la formation complète du cocon, tandis que la durée ponte-émergence ou durée de développement totale couvre le temps mis entre la ponte et l'émergence de l'adulte.

Les adultes émergents sont pesés moins de 24 h après et remis dans leur puits d'origine. L'accouplement entre mâle et femelle est ensuite effectué. Le sexage est fait par l'observation du dernier tergite abdominal qui est incurvé chez le mâle et allongé chez la femelle. Cependant, dans certains cas, par un déséquilibre très prononcé du sex-ratio, il peut arriver qu'il ait un manque de mâles. Dans ce cas précis nous avons utilisé d'autres mâles d'élevages parallèles mais toujours de la même souche. Par contre aucune femelle en dehors de celles de l'expérimentation n'est utilisée. Chaque couple est placé seul dans une boîte de Pétri numérotée contenant des graines de la plante servant de support de développement. Tous les deux jours, le nombre d'œufs émis par chaque femelle est ~~dénombré~~ et les graines ainsi infestées sont remplacées par d'autres parfaitement saines. Il faut toutefois rappeler que les conditions (absence d'eau et de nourriture) précédemment décrites sont toujours appliquées à ces jeunes adultes émergents. Le suivi des couples s'interrompt avec leur mort. Ce qui permet d'évaluer la fécondité des femelles et la durée de vie des adultes.

Les données obtenues permettent d'établir des tables de vie qui montrent quelques paramètres biologiques parmi les plus expressifs caractérisant la vie d'un insecte : r_m , R_0 , td , L_{max} , T_s .

- Le r_m est le taux de croissance intrinsèque journalier. C'est le paramètre le plus couramment utilisé (Cancela Da Fonseca, 1975, Southwood, 1978 ; Delobel & Unnithan, 1983 ; Harari *et al.*, 1997 a). Selon Birch (1953), malgré le fait que les populations naturelles ne possèdent jamais une distribution d'âge stable, le taux intrinsèque de croissance (r_m) est un concept utile pour des études expérimentales de fond sur la distribution et l'abondance des animaux dans les champs. En plus de la nature de la nourriture, il dépend de la température et de l'humidité de l'air. Si x est l'âge des femelles, l_x la proportion de femelles en vie au jour x et m_x le nombre de descendants femelles nés d'une femelle d'âge x à $x+1$, on a : $\sum l_x \cdot m_x \cdot e^{-r_m \cdot x} = 1$. On peut l'exprimer autrement, soit $r_m = \text{Log} \lambda$ où λ est le taux de multiplication par femelle et par jour. Pielou (1974) assimile le r_m à un

taux d'intérêt, tandis que λ est le rapport des tailles de la population à deux instants donnés, séparés par une unité de temps. r_m est un taux instantané, λ un taux fini. Pour cet auteur, pour qu'une population s'accroisse de manière exponentielle, il faut qu'elle ait une distribution stable. C'est-à-dire que les proportions d'individus des différentes classes d'âge (stades) doivent rester identiques à elles-mêmes. Ceci se produit lorsque la population de chaque stade, considérée comme une entité unique, s'accroît toujours au même rythme. Chaque stade gagne des membres lorsque les individus plus jeunes vieillissent (muent), et perd des membres lorsque des individus quittent le stade (meurent ou muent). Mais la distribution reste stable si la proportion d'individus dans chaque classes d'âge reste constante.

- R_0 est le taux net de reproduction. En d'autres termes, c'est le nombre de descendants femelles à partir d'une femelle donnée. Il se présente comme l'un des paramètres les plus éloquents de la démographie d'un insecte. $R_0 = \sum l_x.m_x$. Pielou (1974) le définit aussi comme le taux fini de croissance par individu par génération ou comme le rapport du nombre total de naissances dans une génération au nombre de naissances dans la génération précédente.

- t_d est le temps de doublement de la population stable, $t_d = \text{Log } 2 / r_m$

- L_{\max} est lu directement sur les tables de vie, il représente l'âge de la dernière femelle à survivre à partir de l'œuf.

- T_s est le taux de survie ; il exprime la proportion de larves de premier stade qui donnent des adultes.

II-2-2 Tests de préférence de ponte

L'expérimentation a lieu dans des cages grillagées de 51 cm de longueur, 41 cm de hauteur pour 40 cm de largeur. Il est pratiqué une ouverture sur la moitié de la largeur de la cage. Un tissu en forme de manchon est fixé entre les bois et sert de passage pour les manipulations. Ces tests sont effectués par souche. Excepté la souche *C. sieberiana*, les insectes sont élevés en masse comme précédemment dans des bocaux en verre fermé par un couvercle grillagé, puis mis à pondre dans des boîtes de Pétri en verre de 11 cm de diamètre. Mais cette fois, les œufs ne sont pas décollés s'ils sont plus d'un sur les graines. Les différentes boîtes sont placées dans une salle à température et à hygrométrie ambiante jusqu'à la formation des cocons. Ces derniers sont récupérés et isolés toujours en masse dans d'autres boîtes jusqu'à l'émergence des adultes. Les adultes nouvellement sortis de leur cocon sont mis en couples sans nourriture ni boisson.

Pour la souche *C. sieberiana* la méthodologie est un peu différente. En fait, on a eu des difficultés d'obtenir sur graines de *C. sieberiana* des adultes de cette souche en nombre suffisant. En plus de cela, les rares adultes qui émergeaient étaient pour l'essentiel des

femelles. De ce fait, l'élevage en masse a lieu cette fois sur des gousses de *C. sieberiana* fragmentées.

Pour chaque souche on utilise 20 couples placés dans autant de cages. Dans chaque cage sont placées 5 boîtes de Pétri contenant 10 g de chacune des graines des plantes hôtes suivantes : *A. hypogaea*, *T. indica*, *B. reticulata*, *C. sieberiana* et *B. rufescens*. L'expérience dure jusqu'à la mort de tous les insectes.

Les tests sur gousses ne concernent que les souches *B. reticulata* et *B. rufescens* de Kas Kas qui sont les seules à être récoltées. Les gousses présentées aux femelles pour ponte sont celles ramenées de Keur Baka. Ce sont les cages décrites ci-dessus qui sont utilisées. Dix (10) couples ont été formés pour chaque souche. Les gousses sont accrochées à un fil de fer, lui-même suspendu au toit de la cage à l'exception des arachides étalées sur une boîte de Pétri. Le nombre de gousses offertes aux femelles pour la ponte est de deux pour *B. reticulata* et *C. sieberiana*, de quatre pour *T. indica* et *B. rufescens*, et de 10 pour l'arachide. Des analyses statistiques portant sur des comparaisons multiples (de moyenne) sont effectuées à l'aide du logiciel Unistat.

III- DYNAMIQUE DES POPULATIONS DE *C. SERRATUS* EN RAPPORT AVEC SES DIFFERENTES PLANTES HOTES DANS LA NATURE

III-1- RECENSEMENT DES PLANTES HOTES

III-1-1- Les Caesalpinoideae (Figure 4)

Notre site d'étude, le village de Keur Baka, est caractérisé par sa richesse en Caesalpinoideae hôtes de *C. serratus*. Le village, traversé ^{du Nord au Sud} ~~d'ouest en est~~ par la route Kaolack-Nioro du Rip s'étend dans sa partie sud jusqu'à Koné. De ce fait, nous appellerons Koné cette partie de la zone d'étude. Dans les champs destinés aux cultures, la majorité des arbres ont été coupés. Néanmoins quelques essences subsistent, elles bordent ou s'incrument dans les parcelles.

B. reticulata est l'espèce la plus abondante du nord au sud ; par endroit il y a une concentration de pieds. On note un décalage très marqué sur le plan phénologique entre les différents pieds. Il en est de même de la taille et de la forme de leurs gousses. Vue leur plus grande abondance dans la zone, 6 d'entre eux ont été sélectionnés et ont été nommés Ba1...Ba6. Les pieds Ba1, 2, 3, 5 et Ba6 sont côte à côte tandis que le Ba4 est à environ 40 m d'eux.

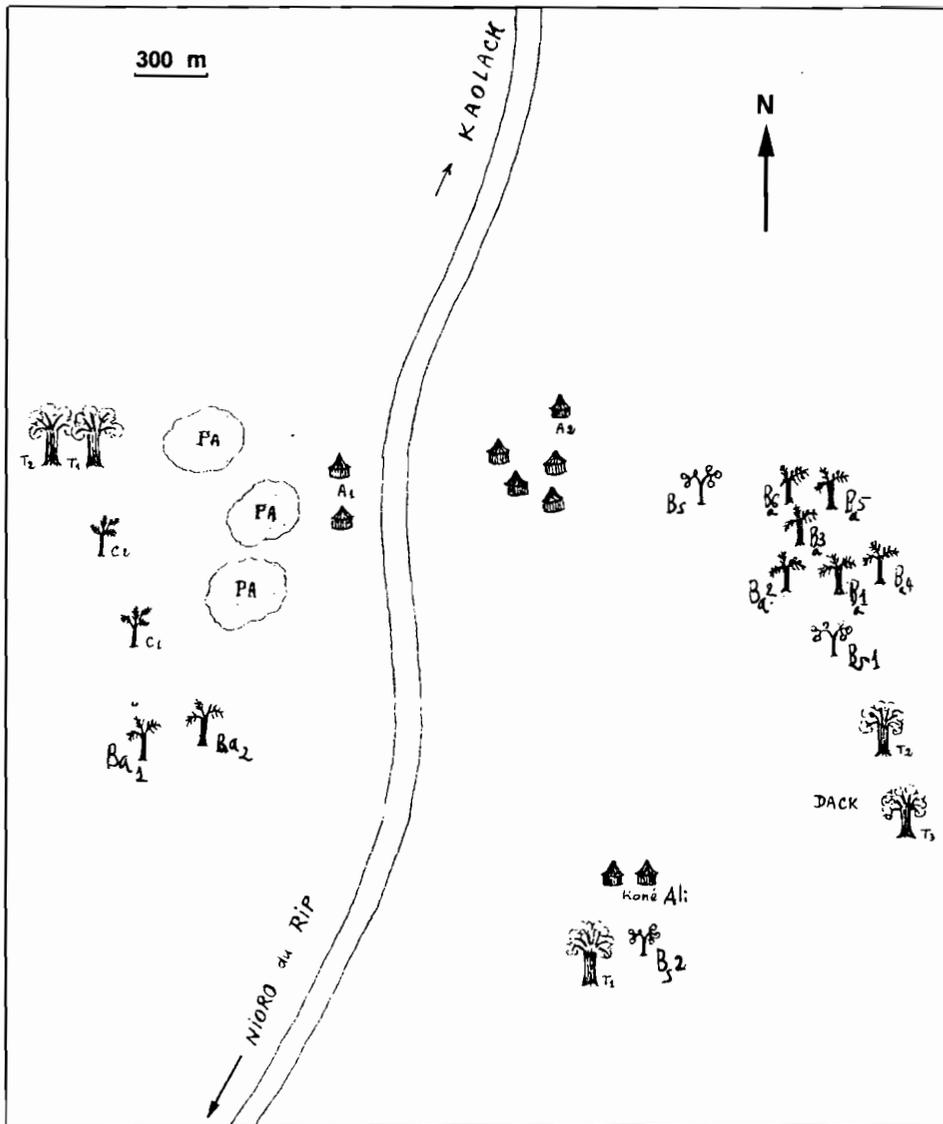


Figure 4 : Site d'étude de Keur Baka, plantes hôtes naturelles et greniers d'arachide destinés aux piégeage et à l'échantillonnage.

A : grenier ; Ba : *Bauhinia reticulata* ; T : *Tamarindus indica*

C : *Cassia sieberiana* ; Bs : *Bauhinia rufescens*

PA : parcelle d'arachide.

Dans toute la zone d'étude, il n'a été repéré que trois *B. rufescens* (Bs, Bs1 et Bs2). Bs est réservé au piégeage des bruches, il est à mi-parcours entre le village et le groupe de *B. reticulata*. Bs1 est à environ 200 m au sud du groupe de *B. reticulata* alors que Bs2 est à peu près à 700 à 900 m près du village de Koné Ali.

Trois tamariniers ont été choisis (T1, T2 et T3). L'un, T1, est dans le même champ que Bs2, à environ 40 m de Koné alors que les deux autres T2 et T3 sont localisés dans une zone sauvage de Koné appelée Dack. Ils sont distants entre eux d'environ 250 m et le 1^{er}, T2, est à environ 600 m du groupe de *B. reticulata*.

Cependant, dans cette partie sud de Keur Baka (Koné), il n'a pas été recensé de *C. sieberiana*. De ce fait toutes nos expérimentations sur cette plante se feront dans la zone Nord. Les *C. sieberiana* sont à environ 1 Km du village, et la distance entre C1 et C2 est environ de 300 m.

Les arbres sont marqués par des bombes à badigeonner de couleur verte pour les piégeages et blanche pour l'échantillonnage.

III-1-2- L'arachide

Deux cultivateurs ont été choisis dans le cadre de cette étude, qu'il s'agisse de prélèvements d'échantillons ou de piégeages d'adultes de *C. serratus*. Ceci nous fournit à chaque mission deux échantillons d'arachide parallèlement à ceux des Caesalpinoideae. Il faut toutefois rappeler que l'arachide est semée dès le début de l'hivernage et que son déterrage survient à la fin de la saison des pluies entre fin octobre et début novembre selon la précocité et la répartition temporelle des pluies. Au cours de nos deux années d'expérimentation, seule la variété 73-33 fut échantillonnée. C'est en fait la plus répandue dans le pays. Elle est tardive et présente une ramification alterne et un port érigé. Les gousses sont moyennes (110-160 g), présentent un réseau effacé et contiennent souvent deux graines. Son cycle végétatif des semis à la récolte dure environ 100 jours (Sembène, 1997).

III-2- TECHNIQUE D'ECHANTILLONNAGE

Du personnel temporaire a été recruté lors de chaque mission. L'échantillonnage pour chaque pied de Caesalpinoideae consiste à ramasser d'abord sous leur canopée les gousses tombées. Après ramassage et étiquetage, nous prélevons une certaine quantité de gousses sur les arbres. La quantité est tributaire fondamentalement de deux paramètres : l'état phénologique et le nombre de gousses que porte l'arbre. A cet égard les gousses des pieds qui n'ont pas encore atteint la maturité (gousses brunissantes et gousses mures) sont

exemptées de l'échantillonnage. Le prélèvement est opéré de façon à ne pas trop vite épuiser la production des arbres. Il est aussi fait de la manière la plus hétérogène possible en cueillant sur tous les côtés et de bas en haut. L'intervalle de temps entre deux missions est en moyenne de 45 jours. Cela permet un étalement temporel assez large au cours de l'année. Mais, c'est sans compter avec les facteurs environnementaux tels que les rafales intempestives de vents qui surviennent à certaines périodes de l'année et qui sont responsables d'importantes chutes de gousses. Un autre effet est l'action anthropologique. En fait les paysans coupent ou élaguent certains arbres ou branches pour diverses raisons : bois, clôture... Ainsi, les deux *Bauhinia rufescens* destinés à l'échantillonnage ont été coupés par des éleveurs, cela a entraîné un retard dans la floraison et par conséquent dans l'échantillonnage. Il en est de même pour l'un des *C. sieberiana* servant au piégeage juste après la 1^{ère} mission, ce qui a valu son remplacement. Il y a des cas également où pratiquement aucune gousse n'est ramassée à cause des bœufs qui mangent celles de *B. reticulata* et des termites pour les *B. rufescens*.

Pour ce qui est de l'arachide, on prélève un kilogramme de gousses dans chacun des deux greniers (A1 et A2).

Les échantillons sont mis dans des sachets en plastique et ramenés au laboratoire. Mais à la suite de pertes de certains d'entre eux lors des deux premières missions par pourrissement, conséquence de la transpiration des gousses, nous avons par la suite pratiqué de petits trous à l'aide de pinces très fines pour l'évacuation de l'eau évaporante.

Chaque gousse de Caesalpinoideae et d'arachide est observée à la loupe binoculaire. Sur chacune d'elles, le nombre total d'œufs est dénombré et ces derniers sont caractérisés en œufs éclos, parasités, consommés, morts ou stériles. L'évolution de ces paramètres est consignée dans des figures. Les valeurs reportées sont toutes exprimées par rapport à 100 gousses pour les Caesalpiniaceae, et à 1000 pour l'arachide. Dans les figures les chiffres mis entre parenthèse représentent les maximums observés.

Pour les Caesalpinoideae, après examen à la loupe, les gousses sont ouvertes et le nombre total de graines est dénombré. S'il se trouve que la gousse porte un seul œuf, ne serait-ce qu'un œuf mort, ses graines sont mises dans un tube en plastique fermé par un bouchon dont la base est découpée. Entre ces deux éléments, un tissu sert de tampon et évite ainsi l'asphyxie des larves. Un numéro est donné à chaque tube (chaque gousse), ce qui permet un suivi individuel de toutes les gousses infestées. Les graines des gousses supposées indemnes de toute attaque de *C. serratus* après observation macroscopique sont mises ensemble dans des boîtes de Pétri en verre étiquetées de 9 cm de diamètre pour 2 cm de hauteur.

L'ensemble de ces tubes et boîtes de Pétri est placé dans un bac en plastique dans une salle qui subit l'influence de l'humidité et de la température ambiantes et suivi

quotidiennement. Les émergences (de bruches et de parasitoïdes) dans chaque tube sont notées jusqu'à ce qu'il ne s'en produise plus, mais quoi qu'il en soit le suivi est fait au moins sur 80 jours. A la fin, les graines sont de nouveau réexaminées pour l'identification et le dénombrement d'éventuels orifices de sorties de larves ou de parasitoïdes. Le dénombrement des parasitoïdes est possible grâce à la dissection des différentes graines. Leur identification a été faite par A. Delobel. Les boîtes de Pétri sont traitées aussi de cette sorte.

III-3- PIEGEAGE

Le but recherché est de voir les fluctuations du nombre d'adultes dans les arbres hôtes et les greniers d'arachide. La pose des pièges est faite le même jour que les prélèvements de gousses. Les pièges sont en carton ondulé. Préalablement le matériel est aspergé d'eau sur une des deux faces de façon à pouvoir décoller la partie supérieure, ce qui les rend moins rigides. Ainsi le carton se présente avec une face intacte et une face dévoilée qui laisse voir les plis pouvant servir d'abri aux bruches. Après séchage, les cartons sont étiquetés selon l'arbre sur lequel ils sont placés.

Pour chaque plante hôte, deux arbres ont été choisis et nommés 1 et 2 ; 5 pièges sont accrochés sur chacun d'entre eux. La numérotation prend en compte l'arbre (Ba1,...Bs2...C1..) et les pièges, par exemple 5T2, 3C2...

Les Caesalpinoideae servant au piégeage sont toutes localisées dans la zone Ouest de Keur Baka excepté l'unique *B. rufescens* réservé à cet effet, localisé à Koné.

De la même manière dans chaque grenier nous introduisons 5 pièges à divers endroits. Cependant, certains d'entre eux ont été détruits par des rongeurs.

Dans tous les cas, les pièges sont laissés pendant trois nuits avant d'être décrochés et mis isolément dans des sachets en plastique. Le contenu de chacun d'eux est répertorié et identifié au laboratoire.

III-4- PROSPECTIONS GEOGRAPHIQUES

Dans l'objectif de mieux comprendre le rôle des plantes hôtes dans l'infestation de l'arachide, des missions d'échantillonnage de Caesalpinoideae et d'arachide sont organisées dans diverses régions du pays (figure 5). Des échantillonnages dans des zones très différentes sur le plan du nombre et de la variété des essences nous permettront sans doute d'apprécier la présence du ravageur dans ces localités et de comparer les niveaux d'infestations par rapport à notre zone d'étude de Keur-Baka.

La première mission, du 3 au 8 décembre 1998, a porté essentiellement sur deux régions : Louga et Saint-Louis. A Louga, ce sont les zones proches du Lac de Guiers qui

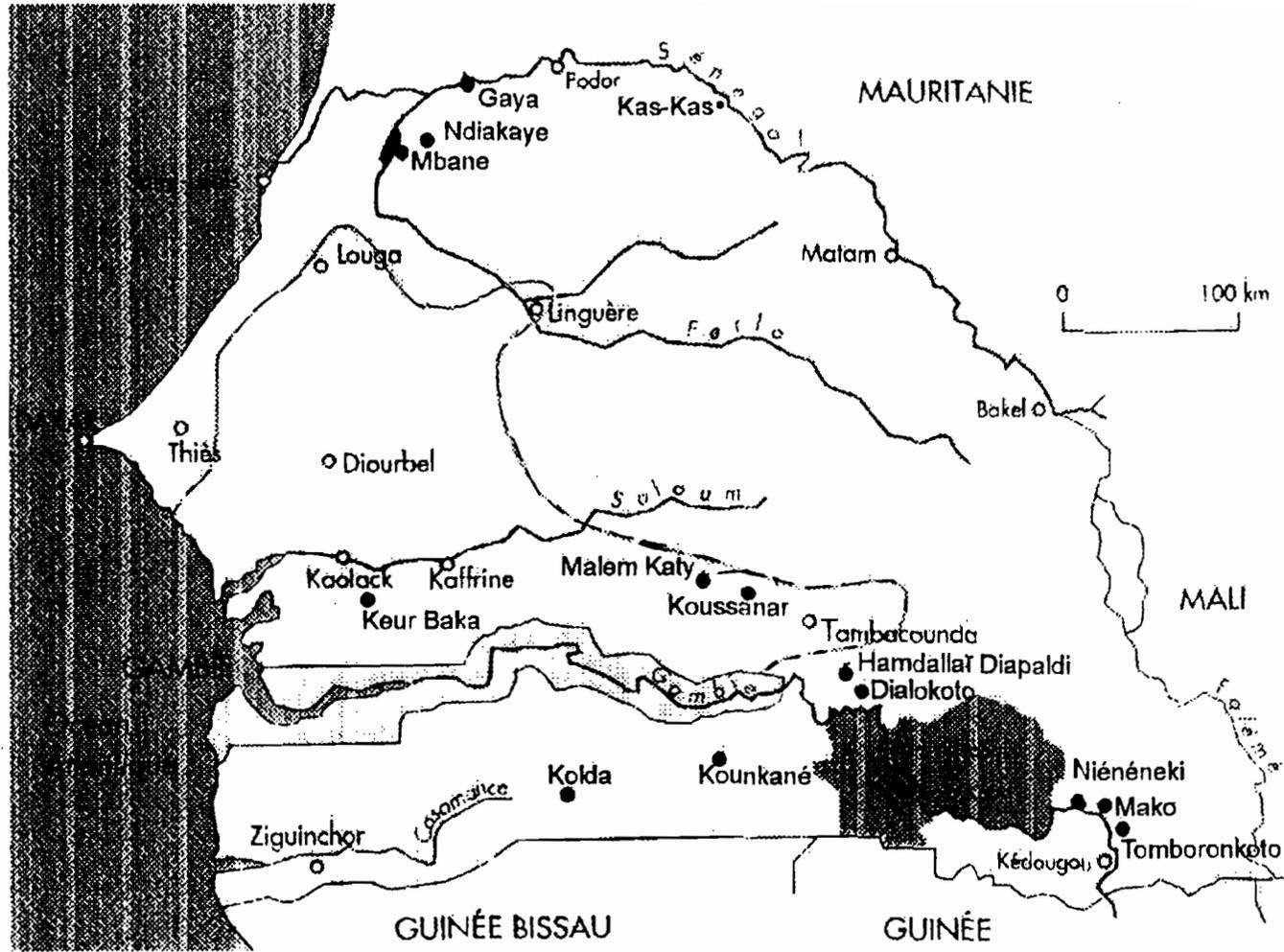


Figure 5 : Zones prospectées et principales villes du Sénégal. La limite noire représente le cœur du bassin arachidier.

ont été prospectées (Mbane, Ndiakhaye); nous n'avons rencontré que *B. rufescens* et de l'arachide irriguée en contre saison en attente d'être récoltée. Certains paysans rencontrés nous ont affirmé connaître des problèmes de conservation à cause des insectes, il s'agit vraisemblablement de la bruche de l'arachide d'après la description qui nous est faite.

Dans la région de Saint-Louis les plantes hôtes de *C. serratus* se rencontrent le long de la vallée du fleuve (*B. reticulata* et *B. rufescens* principalement). C'est dans cette zone que l'irrigation de l'arachide est la plus importante. Dans le village de Gaya quelques paysans cultivent de l'arachide irriguée ; mais cela reste à l'état embryonnaire à la suite de lourdes charges inhérentes au prêt de semences en plus d'une crainte de mévente liée aux difficultés d'écoulements .

A Kas Kas, l'irrigation de l'arachide se pratique de manière plus intensive par rapport aux autres endroits visités. Elle a été initiée par la Société d'Aménagement des Eaux du Delta (SAED). Aujourd'hui on note même une certaine autonomie des paysans. Les informations obtenues au niveau de cette structure montrent que l'arachide irriguée est une importante source de devises. En effet, les rendements sont très importants ; les fânes peuvent donner 8 à 12 tonnes par hectare et le tonnage à l'hectare est estimé entre 3 à 4 pour les gousses d'arachide. C'est pourquoi toutes nos expérimentations dans la vallée ont eu lieu à Kas Kas.

Il faut noter que d'une manière générale les cultures se font deux fois dans l'année et couvrent environ 100 ha. Les 1^{ères} surviennent entre février-mars jusqu'en juin-juillet et les semis de juin-juillet mûrissent en septembre-octobre.

Sur le plan de la végétation naturelle, on note une forte présence de *B. reticulata* et de *B. rufescens* dans les zones de cultures alors qu'aucun pied de *T. indica* ou de *C. sieberiana* ne fut repéré. La concentration des pieds suit un gradient croissant avec la proximité de l'eau du fleuve aussi bien pour *B. reticulata* que pour *B. rufescens*.

Une visite dans les régions de Kaolack, Tambacounda et Kolda nous a permis de récolter des échantillons plus divers. Seul, le *T. indica* ne fut échantillonné ^{pas} ~~par~~ ^{raison de} ~~son~~ absence de gousses mûres ou mûrissantes ~~au moment de la visite~~. Dans la région de Kolda, nous avons noté la présence de *B. thonningii* mais les gousses rencontrées étaient encore vertes.

III-5- CAPACITE DE SURVIE DE *C. SERRATUS* A L'INTERSAISON

Le but de cette expérience est d'apprécier les capacités des femelles à conserver leurs oocytes en absence d'un support de ponte. L'expérience est faite avec des bruches de la souche *B. reticulata* provenant de Kas Kas à température et humidité relative ambiante. Dans 10 boîtes de Pétri, on introduit 5 couples de *C. serratus* âgés environ d'une demi-

journee. De l'eau et du pollen granulé leur sont fournis durant toute leur vie et ceci dès le début de l'expérimentation.

Dix jours après le début de l'expérience, on fournit aux couples de la 1^{ère} boîte de Pétri 50 graines saines de *B. reticulata*. Et tous les 10 jours, les femelles d'une nouvelle boîte reçoivent la même quantité de graines de *B. reticulata*. Le nombre d'orifices de quatrième stade (L4) est compté dans chaque boîte à la mort de toutes les femelles.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

I- ETUDE DE LA BIOLOGIE DU RAVAGEUR AU LABORATOIRE

I-1- EFFETS DE LA NATURE DE LA PLANTE HOTE SUR LE DEVELOPPEMENT LARVAIRE DE *C. SERRATUS* A 35°C ET 45-50% H.R.

I-1-1- Résultats

I-1-1-1- Développement larvaire des différentes souches sur leurs graines d'origine

Les résultats de l'étude des performances des différentes souches de *C. serratus* sur les graines où elles ont effectué leur développement larvaire sont consignés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 1: Performance des différentes souches sur leurs graines d'origine. Les durées sont exprimées en jours; les valeurs sont des moyennes suivies entre parenthèses de l'écart type. Sur une ligne horizontale les moyennes suivies d'une ou des même(s) lettre(s) ne diffèrent pas significativement entre elles ($p < 0,01$). Ara : *A. hypogaea* ; Tama : *T. indica* ; Bret : *B. reticulata*, Bruf : *B. rufescens*, Cassia : *C. sieberiana*

	Ara /Ara	Tama / Tama	Bret /Bret	Bruf /Bruf	Cassia / Cassia
Ponte-tissage	26 ^c (± 3,8)	19,5 ^a (± 1,7)	19 ^a (± 2,1)	24,9 ^{bc} (± 3,1)	24,2 ^b (±3,5)
Ponte-émergence	44,8 ^d (± 7,3)	36,1 ^b (± 2,5)	34 ^a (± 3,7)	39,6 ^c (± 3,5)	37,8 ^{bc} (± 2,7)
Poids	22,1 ^{cd} (± 4,2)	21,5 ^c (± 2,3)	23 ^d (± 2,8)	15,3 ^a (± 3,4)	18,3 ^b (± 2,2)
Fécondité	34,6 ^{ab} (± 21,3)	72 ^c (± 25,3)	51,6 ^b (± 25,6)	17,9 ^a (± 16)	17 ^a (± 13,3)

Les larves issues des femelles des souches *B. reticulata* et *T. indica* sont les premières à tisser leur cocon. Ce groupe statistiquement homogène se différencie nettement des deux autres. C'est sur graines de *B. rufescens* et d'arachide que les phases larvaires ont été les plus longues ; celles de *C. sieberiana* donnent des durées intermédiaires entre ces dernières.

Si on considère la durée du cycle complet de développement, c'est à dire de l'œuf à l'adulte, on constate que les différences apparues lors de la phase larvaire ne se sont pas dissipées. Comme précédemment, le temps le plus court est réalisé par la souche *B. reticulata* qui diffère cette fois significativement de celle issue du tamarin. Le 3^{ème} groupe

est constitué des souches *C. sieberiana* et *B. rufescens*. C'est la souche *A. hypogaea* qui met le plus de temps pour produire de nouveaux imagos.

Le poids des adultes à l'émergence montre quatre groupes statistiques bien distincts. Ce sont les souches *B. rufescens*, *C. sieberiana* et *T. indica* qui sont les plus légères. Cependant, il n'y a pas de différence nette entre d'une part les souches *T. indica* et *A. hypogaea* et d'autre part celle d'*A. hypogaea* et de *B. reticulata* avec néanmoins une différence entre les souches *T. indica* et *B. reticulata*.

Les deux souches les plus légères, *C. sieberiana* et *B. rufescens*, sont également les moins fécondes. Mais leur fécondité est statistiquement la même que celle de la souche *A. hypogaea*. C'est la souche *T. indica* qui a produit le plus grand nombre d'œufs tandis que la souche *B. reticulata* présente une fécondité intermédiaire.

I-1-1-2- Possibilités de passage des souches sauvages de *C. serratus* à l'arachide

L'étude des performances des souches sauvages sur graines d'arachide a donné les résultats suivants (Tableau 2) :

Tableau 2 : Performance des souches sauvages de *C. serratus* sur graines d'arachide. Les durées sont exprimées en jours; les valeurs sont des moyennes suivies entre parenthèses de l'écart type. Sur une ligne horizontale les moyennes suivies d'une ou des même(s) lettre(s) ne diffèrent pas significativement entre elles ($p < 0,01$). Ara : *A. hypogaea* ; Tama : *T. indica* ; Bret : *B. reticulata*, Bruf : *B. rufescens*, Cassia : *C. sieberiana*

	Ara /Ara	Tama /Ara	Bret /Ara	Bruf /Ara	Cassia /Ara
Ponte-tissage	26 ^c (± 3,8)	22,3 ^b (± 1,6)	20,21 ^a (± 2,4)	19,17 ^a (± 3,8)	30 ^d (± 4)
Ponte-émergence	44,80 ^{ab} (± 7,3)	42 ^a (± 6,5)	45 ^{ab} (± 8,2)	48,2 ^b (± 8)	45,4 ^{ab} (± 7)
Poids	22,1 ^b (± 4,2)	22,8 ^b (± 4,1)	20,8 ^b (± 4)	16,7 ^a (± 3,8)	22,3 ^b (± 4)
Fécondité	34,63 ^{ab} (± 20,6)	29,8 ^{ab} (± 20,2)	43,3 ^b (± 24)	16,1 ^a (± 20)	47,4 ^b (± 25)

Pour ce qui est de la durée ponte-tissage, le test de Student-Newman-Keuls révèle de très nettes différences. En fait, il se dégage quatre groupes statistiquement homogènes (*B. rufescens*-*B. reticulata*, *T. indica*, *A. hypogaea*, *C. sieberiana*). Les souches *B. rufescens* et *B. reticulata* atteignent le stade tissage du cocon sur graines d'arachide plus rapidement que les autres. Elles sont suivies des souches *T. indica* et Arachide. Enfin cette phase est plus longue avec la souche *C. sieberiana*.

De la ponte à l'émergence, les disparités s'amortissent par rapport au paramètre précédent. Deux groupes statistiquement distincts apparaissent, en l'occurrence la souche *T. indica*, qui a enregistré la plus courte durée entre la ponte et l'émergence de l'adulte, et la souche *B. rufescens* où celle-ci est la plus longue. Entre ces deux extrêmes on peut noter une absence de différences entre d'une part les souches *A. hypogaea*, *T. indica*, *B. reticulata*, *C. sieberiana* et d'autre part *A. hypogaea*, *B. reticulata*, *B. rufescens* et *C. sieberiana*. En somme seules les souches *T. indica* et *B. rufescens* diffèrent significativement entre elles.

Les adultes des différentes souches ont statistiquement le même poids excepté ceux issus de *B. rufescens* qui sont plus légers à l'émergence.

La même tendance se maintient avec la fécondité des différentes souches. Les femelles de la souche *B. rufescens* qui étaient les plus légères sont aussi les moins fécondes. Cependant, statistiquement elles ne diffèrent pas des souches *A. hypogaea* et *T. indica*. Cette homogénéité se retrouve également entre les souches *A. hypogaea*, *T. indica*, *B. reticulata* et *C. sieberiana*.

I-1-1-3- Possibilités de passage de la souche arachide aux graines sauvages hôtes de *C. serratus*

L'élevage de la souche *A. hypogaea* de *C. serratus* sur les graines des Caesalpinoideae hôtes du ravageur a permis d'obtenir le tableau ~~suivant~~ 3

Tableau 3: Performance de la souche arachide sur les graines sauvages hôtes de *C. serratus*. Les durées sont exprimées en jours; les valeurs sont des moyennes suivies entre parenthèses de l'écart type. Sur une ligne horizontale les moyennes suivies d'une ou des même(s) lettre(s) ne diffèrent pas significativement entre elles ($p < 0,01$). Ara : *A. hypogaea*; Tama : *T. indica*; Bret : *B. reticulata*, Bruf : *B. rufescens*, Cassia : *C. sieberiana*

	Ara /Ara	Ara / Tama	Ara / Bret	Ara / Bruf	Ara / Cassia
Ponte-tissage	26 ^c (± 3,8)	23,5 ^a (± 1,8)	24,1 ^{ab} (± 3,9)	25,6 ^{bc} (± 2,4)	24,8 ^{abc} (± 1,8)
Ponte-émergence	44,8 ^b (± 7,3)	41,4 ^a (± 6,5)	39,9 ^a (± 2,9)	40,7 ^a (± 3,7)	41 ^a (± 4,1)
Poids	22,1 ^c (± 4,2)	21,1 ^c (± 2,5)	19 ^b (± 2,6)	13,9 ^a (± 2,7)	13,4 ^a (± 2)
Fécondité	34,6 ^b (± 20,6)	64,8 ^c (± 17,8)	51,4 ^c (± 25,2)	28,9 ^b (± 17,7)	13 ^a (± 15,7)

La durée ponte-tissage du cocon la plus brève est réalisée par les larves issues des graines de tamarin. Mais statistiquement cette durée n'est pas différente celles observées avec les larves élevées sur graines de *B. reticulata* et de *C. sieberiana*. Il n'y a pas non plus de différence entre les bruches issues des graines de *B. reticulata*, *C. sieberiana* et de *B. rufescens*. La souche Arachide élevée sur ses graines d'origine est celle qui met plus de temps pour produire de nouveaux imagos. Ce temps est le même que celui mis par les insectes élevés sur graines de *B. rufescens* et de *C. sieberiana*.

En ce qui concerne la durée de l'oeuf à l'émergence des adultes, deux groupes statistiques nets se forment. D'une part, il y a les larves élevées sur Caesalpinoideae sauvages qui atteignent l'émergence au même moment et d'autre part, l'arachide où le développement a été véritablement le plus long.

Cette longueur de la durée de la ponte à l'émergence de la souche *A. hypogaea* sur graines d'arachide semble se refléter au niveau pondéral par des adultes plus lourds que ceux des autres issus des Caesalpinoideae sauvages exceptés sur graines de tamarin où le poids n'est pas différent. Les adultes élevés sur graines de *B. reticulata* ont un poids intermédiaire ; enfin les plus légers sont sortis des graines de *B. rufescens* et de *C. sieberiana*.

La fécondité de la souche *A. hypogaea* sur les graines des plantes hôtes sauvages se présente tout autrement. En fait, les femelles les plus fécondes sont celles élevées sur graines de tamarin et de *B. reticulata*, suivent celles ayant accompli leur développement sur graines de *B. rufescens* et d'arachide. Les femelles les moins fécondes sont celles qui ont émergé du *C. sieberiana*.

I-1-1- 4- Tables de vie des différentes souches de *C. serratus* élevées sur arachide et graines de Caesalpinoideae sauvages

Les tables de vie, dérivées des données précédentes sont représentées dans le tableau 4, ~~suivant~~.

Tableau 4 : Caractéristiques biologiques de souches de *C. serratus* selon le substrat de développement.

	r_m	R_0	t_d	L_{max}	T_s (%)
Ara / Ara	0,073	42,1	9,5	69,5	71,7
Tama / Tama	0,092	36,5	7,5	56,5	97
Bret / Bret	0,084	22,3	8,2	52,5	100
Bruf / Bruf	0,053	9,4	13	56,5	85,7
Cassia / Cassia	0,056	11,4	12,4	64,5	100
Tama / Ara	0,06	14,5	11,6	68,5	62,2
Bret / Ara	0,061	13,9	11,3	71,5	69,6
Bruf / Ara	0,049	7,5	14,2	72,5	70,4
Cassia / Ara	0,067	23,2	10,4	70,5	62,3
Ara / Tama	0,083	32	8,4	54,5	94,3
Ara / Bret	0,073	22,2	9,5	61,5	97,1
Ara / Bruf	0,063	14,6	11,1	55,5	88,9
Ara / Cassia	0,045	6,9	15,3	56,5	87,8

Si on considère le comportement des souches sur les graines de leur hôte d'origine, il apparaît que la valeur de r_m la plus élevée (0,092) est obtenue avec la souche *T. indica*, suivi par ordre décroissant par les souches *B. reticulata*, *A. hypogaea*, *C. sieberiana* et *B. rufescens*. Les valeurs de r_m trouvées sont très rapprochées entre d'une part les souches *T. indica* et *B. reticulata* et d'autre part *C. sieberiana* et *B. rufescens*. Le taux de survie atteint 100 % pour les souches *B. reticulata* et *C. sieberiana* et l'avoisine pour la souche *T. indica*. La mortalité pré-imaginale est assez élevée pour la souche *B. rufescens* (14,3 %) et très substantielle pour *A. hypogaea* (28,3 %). La lecture de l'âge de la dernière femelle survivante fait ressortir que la souche arachide présente la plus grande longévité. On remarque des possibilités de vie assez longues des spécimens de la souche *C. sieberiana* et de façon moindre avec les souches *T. indica* et *B. rufescens*. La souche *B. reticulata* présente la plus faible durée de vie, soit 52,5 jours.

Le temps de doublement de la population varie inversement par rapport à l'évolution des r_m .

Le taux net de reproduction R_0 est le plus élevé chez la souche *A. hypogaea*, suivie de la souche *T. indica*. Il est faible chez les souches *B. rufescens* et *C. sieberiana* et présente une valeur intermédiaire pour la souche *B. reticulata*.

L'étude des souches sauvages élevées sur graines d'arachide montre qu'excepté la souche *C. sieberiana* chacune des souches étudiées a un meilleur comportement sur ses graines d'origine que sur arachide. Ce phénomène s'exprime de façon multidimensionnelle (r_m , R_0 , t_d , T_s). Avec les valeurs de r_m et de R_0 les plus élevées, le t_d le plus petit associé à une bonne longévité, la souche *C. sieberiana* est celle parmi les souches sauvages qui s'adapte le mieux sur graines d'arachide. La souche *B. rufescens* est la moins performante sur graines d'arachide avec les valeurs de r_m et de R_0 les plus faibles et aussi le t_d le plus long. Néanmoins les adultes peuvent vivre aussi longtemps que ceux issus des autres souches. Les souches *B. reticulata* et *T. indica* adoptent un comportement intermédiaire avec des valeurs identiques. La mortalité larvaire atteint d'une manière générale de fortes proportions, environ 30 à 38 %. Les souches *T. indica* et *C. sieberiana* montrent une adaptation légèrement meilleure.

Le comportement de la souche arachide montre des différences selon la graine sauvage sur laquelle elle est élevée. Les valeurs de r_m et de t_d sont presque identiques pour la souche arachide qu'elle soit élevée sur graines d'arachide ou de *B. reticulata*. Ce sont les graines de *T. indica* qui offrent à la souche *A. hypogaea* la meilleure survie. Cette bonne adaptation s'exprime à travers un r_m et surtout un R_0 largement plus élevés, et un t_d plus rapide. Ce sont les graines de *B. reticulata* qui se rapprochent le plus de celles de tamarin, surtout en ce qui concerne le r_m , le T_m et le t_d . Notons que le R_0 est quand même moins important que précédemment.

Les graines de *C. sieberiana* et de *B. rufescens* se présentent comme les moins idoines pour le développement de la souche arachide. Cependant, la performance de la souche *A. hypogaea* sur les graines de *B. rufescens* est meilleure que celle de la souche *B. rufescens* sur graines de *B. rufescens*. La faiblesse de la mortalité larvaire sur les graines sauvages montre une très bonne adaptation de *C. serratus* sur ses hôtes, surtout sur *B. reticulata* et *T. indica* où elle est comprise entre 3 et 6 % contre 10 à 12 % sur graines de *B. rufescens* et de *C. sieberiana*. La longévité maximale pour les adultes est notée sur les graines de *B. reticulata*, elle reste assez stable pour les autres souches.

I-1-2- Discussion

L'étude de la biologie de *C. serratus* sur ses différents hôtes met en lumière le rôle prépondérant du substrat de développement larvaire. Les caractéristiques de la nourriture revêtent alors une importance capitale sur les performances des souches. Comme l'indiquent les tableaux 1 et 4, le comportement des souches sur les graines de leur hôte d'origine montre une grande variabilité. Le taux de survie larvaire optimal, ou presque sur *B. reticulata*, *C. sieberiana* et *T. indica*, obtenu avec une larve par graine, prouve que la quantité de ressources contenues dans celles-ci suffit pour assurer le développement correct d'au moins une bruche par graine. Mais, nous ne pouvons pas en dire autant quant aux graines de *B. rufescens*. Delobel *et al.* (2000) évaluent respectivement à 59,3 ; 74,1 ; 68,9 ; 261,5 et 458,7 mg les poids consommables des graines de *B. rufescens*, *C. sieberiana*, *B. reticulata*, *T. indica* et *A. hypogaea*. Sur arachide, la forte mortalité larvaire relevée n'est donc pas synonyme d'une insuffisance en ressources nutritives, puisque nous avons constaté qu'une graine peut permettre le développement de trois à quatre larves. Sans doute, une asphyxie due à de fortes teneurs en huile peut être une des causes. Boughdad *et al.* (1987) attribuent l'impossibilité de *Callosobruchus maculatus* à se développer sur graines ou farine d'arachide à la quantité de lipides (51g/100g de matière sèche) que recèlent ces graines. Delobel (2000) a établi que la mortalité du premier stade larvaire est influencée par la position de l'œuf sur la graine d'arachide, soit 24,4 % de mortalité des œufs pondus au niveau du germe contre 6,9 % dans la zone des cotylédons.

Cependant, il faut souligner que la comparaison des performances entre souches sur les graines de leur hôte d'origine est difficile à établir, parce que la corrélation entre les différents paramètres donne des résultats quelquefois divergents. Rappelons que la nymphe, stade transitoire entre la larve de quatrième stade et l'adulte est passive en ce sens qu'elle ne se nourrit pas. En d'autres termes, la durée totale de développement comprend une partie active qui dure de l'éclosion jusqu'au début du tissage du cocon, et deux phases passives à savoir l'incubation de l'œuf et la vie nymphale. Si on considère la durée ponte-tissage caractérisant la prise de nourriture des larves, les graines de *B. reticulata* et de *T. indica* sur qui celle-ci est la plus brève peuvent être considérées comme de meilleure qualité par opposition à celle de *B. rufescens* entre autres. Cela est étayé par le fait que les adultes issus du *B. reticulata* apparaissent comme les plus lourds, suivis en cela par ceux du tamarin, et que ceux de *B. rufescens* sont les plus légers. Mais bien que le tissage des cocons ait été plus rapide sur graines de *C. sieberiana* que sur celles d'arachide, les adultes issus de l'arachide pèsent beaucoup plus lourd. D'ailleurs, ces derniers sont aussi lourds sinon davantage que les imagos des graines de tamarin. Cela témoigne de l'existence au moins d'un autre facteur, dont la conjonction avec la qualité de la nourriture détermine les caractéristiques des bruches à l'émergence.

Sous une autre optique, on peut voir que les femelles des souches les plus lourdes à l'émergence ne ~~le~~ sont pas les plus fécondes. En effet, les femelles provenant du *B. reticulata*, qui ont réalisé la phase larvaire la plus courte et qui sont les plus lourdes, sont moins fécondes que celles du tamarin. D'autre part, les fécondités des souches *A. hypogaea*, *C. sieberiana* et *B. rufescens* ne montrent pas de différences significatives. La fécondité ne permet donc pas d'établir une quelconque classification surtout en terme de qualité entre souches.

Néanmoins au sein de chaque souche, il apparaît plus ou moins nettement que les premiers adultes émergés sont les plus lourds probablement à cause d'une meilleure exploitation de la ressource. La relation poids-fécondité fait ressortir une corrélation positivement significative uniquement pour les souches élevées sur graines d'*A. hypogaea* et de *T. indica* (Annexe 1). La plus grande abondance de la ressource consommable chez ces deux types de graines par rapport aux autres graines hôtes de *C. serratus* est sans doute le reflet de plus gros adultes émergés.

Le R_0 permet quant à lui de bien cerner des différences entre souches. La souche *A. hypogaea*, bien qu'elle n'apparaisse pas comme la plus féconde, est celle qui engendre de loin la plus importante descendance femelle. Ainsi, le t_d qui varie en sens inverse du R_0 est minimal sur arachide et maximal sur *B. rufescens*. Cependant, quoiqu'ils aient un r_m , un R_0 , un poids et une fécondité plus faible, les progénitures des souches de *B. rufescens* et de *C. sieberiana* peuvent vivre aussi longtemps (cf L_{max}) que ceux du tamarin et du *B. reticulata*. Mais la différence de longévité entre femelles peut revêtir peu d'importance car le comptage des œufs au laboratoire nous a montré que la quasi totalité de la ponte était déposée au cours de la première quinzaine, avec plus de la moitié dans la première semaine, ceci indépendamment de la souche considérée. Collatz & Sohal (1986) cités par Stewart *et al.* (1999 b) attribuent la diminution progressive de la ponte et de la viabilité des œufs par une perte de l'aptitude des femelles et à une détérioration de leur système reproducteur à l'approche de la mort. Cependant, dans la nature, les adultes peuvent disposer d'eau et de nourriture qui accroissent significativement non seulement leur durée de vie (Delobel, 1989 a) mais aussi leur période et mode de ponte.

L'infestation des graines d'arachide peut provenir selon les auteurs, soit des locaux de stockage, soit de pontes au champ des dites bruches inféodées aux Caesalpinoideae sauvages. A cet égard, l'étude de la biologie des souches sauvages sur graines d'arachide acquiert pleinement sa justification. Puisqu'il s'agit du même type de graines, en l'occurrence celles d'arachide, la performance des souches sauvages devrait dépendre alors uniquement de leur adaptabilité à l'arachide. Les taux de survie larvaire qui dépassent au pire des cas 60 % en sont la réponse la plus patente. La durée de développement de chacune

des souches sauvages étudiées sur graine d'arachide est équivalente à celle de la souche arachide sur graines d'arachide. De ce point de vue les souches sauvages se comportent aussi bien sur l'arachide que la souche déjà adaptée à l'arachide.

C'est avec les souches *B. rufescens* et *B. reticulata* qu'on enregistre les phases larvaires les plus courtes sur graines d'arachide. Néanmoins, il y a une compensation par un allongement de la vie nymphale. Il est alors probable que la rapidité de la phase larvaire induit une inhibition du développement nymphal qui serait sans doute liée à une carence en nutriments. Pour la souche *B. reticulata*, la durée de la phase pré-tissage du cocon est la même qu'elle soit élevée sur graines hôtes ou sur graines d'arachide, tandis que la durée totale est sensiblement inférieure sur graines de *B. reticulata*. Cela semble montrer une supériorité sur le plan nutritif des graines de *B. reticulata* sur celles d'arachide puisqu'on ne peut évoquer l'argumentaire d'un déficit quantitatif pour l'une ou l'autre graine. La perte pondérale moyenne de 2,2 mg (soit 9,5 %) de la souche *B. reticulata* quand on l'élève sur graines d'arachide vient corroborer cette hypothèse (Annexe 2), surtout si l'on sait que la graine d'arachide est beaucoup plus grosse. Inversement, les prises de poids des souches *B. rufescens* (9 %) et surtout *C. sieberiana* (22 %) élevées sur les graines d'arachide par rapport à leurs graines d'origine attribue sans équivoque à l'arachide une qualité nutritionnelle meilleure que ces dernières. D'autre part, on peut constater que l'émergence d'adultes plus lourds chez les bruches issues du *C. sieberiana* et élevés sur graines d'arachide s'est traduit par un allongement de la phase larvaire. Ce qui peut être liée chez cette souche, à une métabolisation plus lente sur arachide ou à une plus grande disponibilité de la ressource, dont seul l'épuisement déclencherait le début de la formation du cocon. D'une manière générale, hormis la souche *B. rufescens*, le poids des adultes des souches sauvages est constant. La fécondité révèle les mêmes tendances. La souche *B. rufescens* qui a le plus faible poids est la moins féconde. Les 22 % d'augmentation de poids de la souche *C. sieberiana* se sont traduits en un accroissement de 179 % de la fécondité (Annexe 2). Par contre la baisse de poids de 9,4 % de la souche *B. reticulata* élevées sur arachide entraîne une diminution de 16 % de sa fécondité. La souche *T. indica* gagne 6 % en poids lorsqu'elle passe à l'arachide. Cependant, sa fécondité s'exprime inversement, la baisse enregistrée atteint 58 %. D'après le poids et la fécondité on peut dire qu'il y a une certaine spécificité des souches. La baisse de la fécondité chez les souches *B. reticulata* et *T. indica* semble montrer que la qualité de la nourriture larvaire influe beaucoup sur les performances des femelles. Ainsi, les adultes de la souche *C. sieberiana* élevés sur graines d'arachide plus grosses et certainement de meilleure qualité deviennent plus performantes que lorsqu'elles émergent de graines de *C. sieberiana*. Au contraire la souche *B. rufescens* n'est ni influencée par la qualité, ni par la quantité de la ressource contenue dans les graines d'arachide.

Comparé à leurs graines d'origine, l'effectif des descendants femelles des souches est beaucoup plus faible exceptée la souche *C. sieberiana* qui enregistre une augmentation qui va du simple au double. Par conséquent la réinfestation des stocks d'arachide dans les greniers atteindrait plus rapidement son allure exponentielle avec des bruches issus de l'arachide.

Plusieurs auteurs dont Matokot *et al.* (1987), Diallo & Pierre (1990) font état d'échappées de *C. serratus* des greniers vers les plantes hôtes sauvages. Il nous semble donc intéressant de voir comment la souche provenant des greniers se comporte sur les graines des hôtes sauvages.

Le développement préimaginal de la souche arachide est plus rapide sur ses hôtes sauvages (39,9 à 41,4 jours) que sur graines d'arachide (44,8 jours) (Annexe 2). La souche arachide a donc la même durée de développement sur toutes les graines sauvages. Par contre, le poids des adultes sur graines sauvages (13,4 à 21,1 mg) est plus petit que celui obtenu de l'arachide (22,1 mg), soit une baisse de (2 à 27 %). Les différences de poids des adultes émergés des graines sauvages attestent contrairement à la durée de développement, de leur inégalité en valeur nutritionnelle. Dans ce cas, l'arachide apparaît comme étant de meilleure qualité nutritionnelle. Seules les graines de *T. indica* ont produit des adultes ayant un poids équivalent à ceux de la souche *A. hypogaea* élevés sur graines d'arachide. Ainsi en se référant au poids de la ressource consommable des différentes graines, il ressort clairement que les individus issus de l'arachide sont particulièrement sensibles à la quantité de nourriture que recèlent les graines hôtes. La fécondité moyenne de la souche arachide est de 34,6 œufs sur graines d'arachide (Tableau 3). On note une baisse peu importante de la fécondité quand cette souche est élevée sur graines de *B. rufescens*, mais elle devient significative sur graines de *C. sieberiana*. Au contraire, on observe un accroissement sensible de la fécondité sur les graines de *B. reticulata* et de *T. indica*.

Ces données combinées à celles obtenues des tables de vie montrent que parmi les hôtes sauvages, ce sont les graines de *T. indica* (suivies de celles de *B. reticulata*) qui se présentent comme les plus idoines pour assurer le maintien des générations de la bruche de l'arachide. Ceci reste conforme aux indications de Decelle (1981) pour qui la plante d'origine de *C. serratus* serait *T. indica*. D'autre part, il ressort encore que la souche *A. hypogaea* s'adapte mieux que les souches sauvages sur graines d'arachide.

Cette étude tridimensionnelle révèle donc outre les caractéristiques du développement de chacune des souches de *C. serratus* sur ses graines d'origine, l'adaptabilité de la souche arachide à ses différents hôtes sauvages, mais également les possibilités de vie des populations sauvages de *C. serratus* sur l'arachide. Il est apparu que les différentes souches sauvages (exceptée la souche *B. rufescens*) ont les mêmes capacités de développement sur graines d'arachide. D'autre part, les différentes graines sauvages

offrent à la souche arachide des possibilités de développement normales. Cela témoigne des possibilités de transferts de populations de *C. serratus* de la nature aux stocks d'arachide et vice-versa.

Une analyse globale des différents paramètres nous permet de dire avec certitude que les populations de *C. serratus* inféodées aux *B. rufescens* sont la souche la moins performante de cet insecte. Les différences de taille des œufs pourraient certainement influencer sur les performances des adultes des populations de *C. serratus* inféodées au *B. rufescens* qui est la plante la moins nourricière pour *C. serratus*. Fox & Mousseau (1996) avaient révélé chez un autre Coléoptère, *Stator limbatus*, que la taille de l'œuf affecte les performances des larves quand celles-ci se développent sur de la nourriture de basse qualité, alors que la durée de développement, la survie, le poids ne sont pas affectés avec de la nourriture de bonne qualité. De même, Tenabe & Greinling (1983 in Stewart *et al.*, 1999 a) évoquaient que les adultes de *Glossina palpalis palpalis* issues de grosses pupes résistent mieux à la faim que celles émergées de pupes de faible poids.

L'arachide accroît la durée de vie pré-imaginale quelle que soit la souche considérée. Plusieurs hypothèses peuvent être émises à ce propos. L'abondance de la ressource chez les graines d'arachide pourrait entraîner pour les larves une augmentation du temps de consommation, ou que cette consommation soit mécaniquement plus difficile. Il se pourrait aussi qu'il y ait un déséquilibre nutritionnel ; les graines peuvent aussi contenir un (très léger) anti-appétant.

L'examen du poids des adultes montre que l'adaptation des souches sauvages à l'arachide est meilleure que celle de la souche arachide aux graines sauvages. De ce point de vue, l'arachide serait le substrat le plus idoine pour le développement de *C. serratus*. De plus cela est couplé à une longévité accrue des adultes. Pour Gillon *et al.* (1992), lorsqu'une bruche peut se développer au dépend de deux ou plusieurs plantes hôtes, les conséquences sur la taille imaginale de la bruche dépendent d'une part de la quantité de la nourriture et d'autre part de la qualité. Lorsque les deux plantes sont utilisées régulièrement, c'est la qualité qui l'emporte car l'adaptation est aussi bonne pour les deux ressources. Le passage des souches sauvages à l'arachide, ainsi que les données sur les poids consommables pour chaque graine hôtes de *C. serratus* fournies par Delobel *et al.* (2000) nous amènent à penser que pour une souche donnée, le poids des adultes à l'émergence est davantage tributaire de la quantité de ressources que recèle la graine plutôt que la qualité de celle-ci.

Enfin, la fécondité ne reflète pas toujours les différences relevées sur le poids et les durées de développement. En effet, le paramètre fécondité intègre deux éléments : la production ovarienne et la préférence des femelles. De la sorte, l'acceptation du substrat de ponte détermine en grande partie le niveau de ponte indépendamment de la production ovarienne. Ce phénomène sera l'objet d'un des chapitres suivants.

I-2 ETUDE DE L'EFFET DE LA TEMPERATURE SUR LE DEVELOPPEMENT DE LA SOUCHE ARACHIDE SUR GRAINES D'ARACHIDE A 45-50 % H.R.

I-2-1- Résultats

Les effets de la température sur le développement des larves de la souche *A. hypogaea* sur graines d'arachide sont mesurés à cause de l'importance économique de l'arachide par rapport aux hôtes sauvages de la bruche. Les résultats sont consignés dans le tableau 5 ci-dessous.

Tableau 5 : Influence de la température sur le développement de la souche arachide sur graines d'arachide. Les valeurs sont des moyennes (\pm écart type). Dans une colonne, les moyennes suivies d'une ou des même(s) lettre(s) ne diffèrent pas significativement entre elles ($p < 0,01$). La durée de la ponte est l'intervalle de temps entre la première et la dernière ponte.

	Ponte-tissage (jours)	Ponte-émergence (jours)	Poids (mg)	Fécondité	Durée de la ponte (jours)	Taux de Survie	Vitesse développ.
20°C	115 ^d ($\pm 19,1$)	183 ^c ($\pm 34,9$)	19,6 ^a ($\pm 4,3$)	22,5 ^a ($\pm 15,8$)	17,54 ^b ($\pm 9,9$)	32 %	0,0055
25°C	63 ^c ($\pm 11,3$)	95 ^b ($\pm 13,5$)	23,1 ^{bc} ($\pm 3,7$)	83 ^c ($\pm 29,8$)	17,56 ^b ($\pm 5,6$)	80 %	0,0105
30°C	33 ^b ($\pm 3,1$)	52 ^a (± 4)	25 ^c (± 4)	66 ^b ($\pm 20,5$)	15,87 ^b ($\pm 4,4$)	81 %	0,0192
35°C	26 ^a ($\pm 3,8$)	45 ^a (± 7)	22,1 ^{ab} (± 4)	35 ^a ($\pm 20,6$)	7,37 ^a ($\pm 3,4$)	70 %	0,0222

De 20 à 35°C, la durée ponte-tissage du cocon varie en raison inverse de l'élévation de la température. Il en est de même si l'on tient compte de la durée totale de développement (ponte-émergence). Mais on ne note pas de différence entre 30 et 35°C.

Le poids des adultes à l'émergence a tendance à augmenter en fonction de la température entre 20 et 30° C, quoique de manière non significative entre 25 et 30° C. D'autre part, à 35° C, on obtient des poids intermédiaires entre ceux de 20 et 25° C.

Faible à 20° C, la fécondité maximale est observée à 25° C. Elle diminue à 30 et 35°C. Les moyennes obtenues à 20 et 35° C ne diffèrent pas significativement entre elles.

Le test de comparaisons multiples sur la survie n'est pas fait en ce sens que le nombre de larves initiales a beaucoup varié selon la température. Néanmoins on peut constater qu'elle

est très faible à 20°C, maximale entre 25 et 30° C et moyenne à 35°C. La durée de la ponte est la même pour des températures allant de 20 à 30° C. A 35° C celle-ci diminue de moitié.

La vitesse de développement, qui est l'inverse de la durée totale de développement connaît quant à elle une augmentation régulière de 20 à 35° C. Elle exprime la part du développement total en un jour. La figure 6 donne une illustration de certaines caractéristiques du développement de cet insecte.

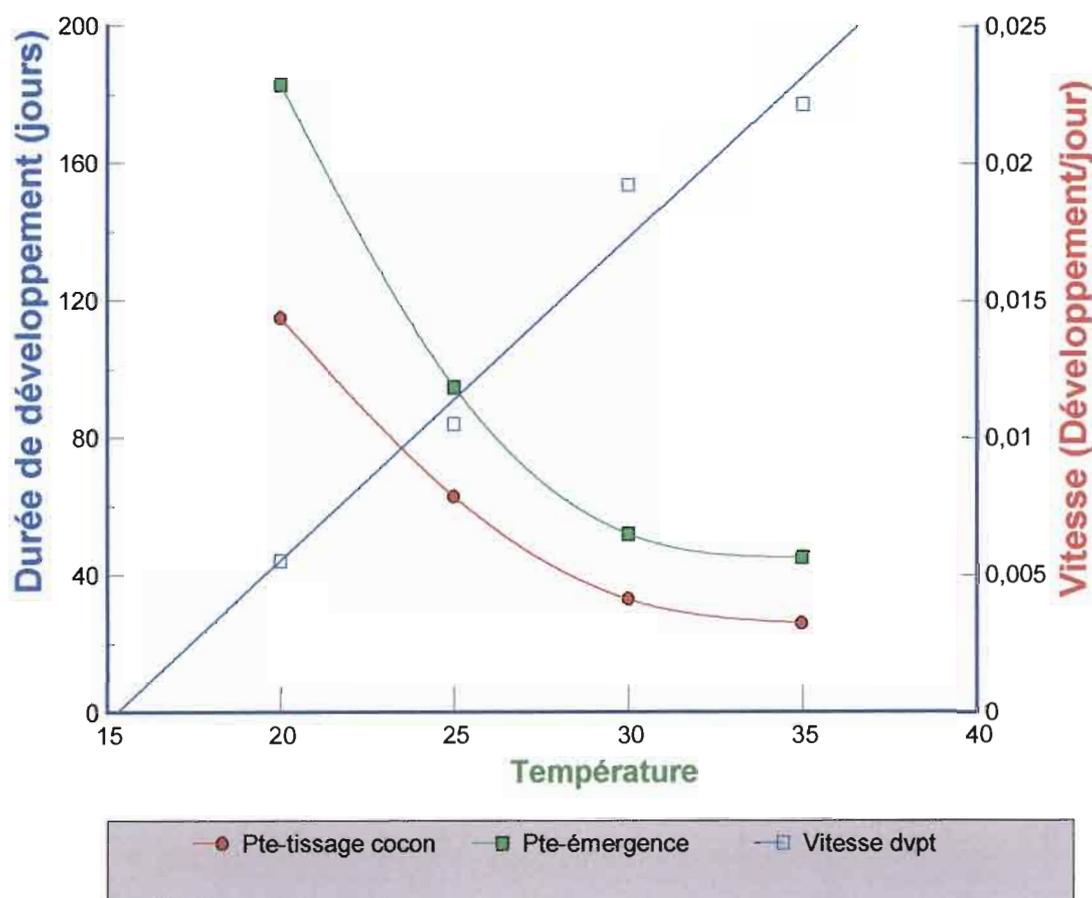


Figure 6 : Courbes température-temps et température-vitesse de développement pour *C. serratus* à 45-50 % r.h.

On remarque que les durées ponte-tissage et ponte-émergence atteignent des valeurs minimales aux fortes températures. D'autre part, pour une baisse de 15° C (de 35 à 20° C) ces durées s'étalent sur des proportions quatre fois plus importantes. La vitesse de développement quant à elle s'exprime de façon linéaire avec l'élévation de la température.

Comme précédemment, nous avons établi une table de vie de la souche arachide élevée sur ses graines d'origine par le truchement des données recueillies lors des élevages à des températures constantes de 20, 25, 30 et 35°C. Le tableau 6 récapitule les paramètres fondamentaux de la croissance de cet insecte.

Tableau 6 : Caractéristiques biologiques de la souche *A. hypogaea* de *C. serratus* sur graines d'arachide en fonction de la température

	r_m	R_0	t_d	L_{max}	Temps d'incubation
20° C	0,0164	14,5	42,3	232,5	21
25° C	0,0498	55,5	13,9	130,5	8,4
30° C	0,0774	61,5	8,9	86,5	5,4
35° C	0,0732	42,1	9,5	69,5	5

Les valeurs de r_m croissent de façon linéaire entre 20 et 30° C, et une légère baisse s'observe à 35° C (figure 7). La même tendance évolutive caractérise le R_0 , et les temps d'incubation des œufs et de doublement de la population stable s'expriment inversement. En outre, on constate que quel que soit le paramètre considéré, les plus grosses différences sont notées entre 20 et 25° C. Les femelles survivent d'autant plus longtemps que la température est basse.

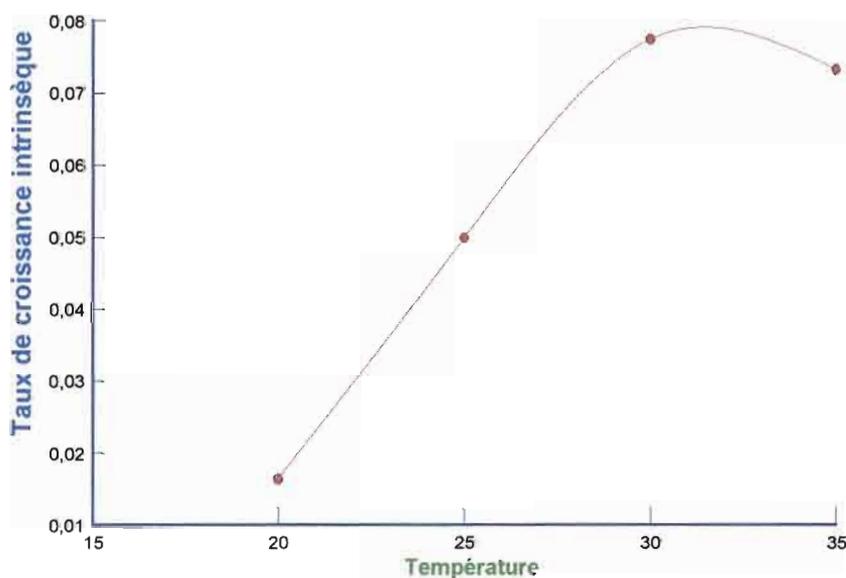


Figure 7 : Effet de la température sur le taux de croissance intrinsèque de *C. serratus*

I-2-2- Discussion

De nombreux travaux ont été menés sur l'effet de températures constantes ou fluctuantes sur divers insectes dans le but surtout de prédire ou de contrôler leur pullulation à certaines périodes de l'année (Hagstrum & Leach, 1973 ; Wagner *et al.*, 1985 ; Nuttall, 1989 ; Thomas, 1997). Comme pour la plupart des insectes, les caractéristiques du développement larvaire ainsi que les performances des adultes de *C. serratus* dépendent principalement de la température.

Chez *C. serratus*, la vitesse de développement est une fonction linéaire de la température jusqu'à 35° C. Beaucoup d'auteurs ont décrit chez divers ordres d'insectes cette corrélation positive soit entre température et vitesse de développement, soit entre température et performance (Delobel & Unnithan, 1983 ; Loschiavo & White, 1986 ; Kawamoto *et al.*, 1989, 1990 ; Harari *et al.*, 1998 ; Stewart *et al.*, 1999 a ; Wermelinger & Seifert, 1999). Les basses températures semblent peu propices à la ponte car beaucoup de femelles ne déposent aucun œuf alors que celles qui le font en émettent peu. Loschiavo & Smith (1986) les rendent en partie responsable de la baisse d'activité du Cucujidae *Cryptolestes ferrugineus*, déprédateur de blé stocké. A 20° C, il y a un allongement excessif de la durée de développement qui est le reflet de l'étalement des différentes phases. Notons qu'à cette température, la durée moyenne d'incubation de l'œuf peut atteindre trois semaines. La survie devient très faible (31 %), Ryoo & Cho (1988) remarquaient le même fait avec *Sitophilus oryzae* à 15° C. Chez *Agasicles hygrophila*, les femelles parviennent à pondre à 15° C mais les œufs ne sont pas viables (Stewart *et al.*, 1999 b). *Carpophilus ligneus* et *C. hemipterus* ont des seuils théoriques de développement inférieurs à 10° C, mais il est montré que des températures supérieures à 10° C sont requises pour la nymphose (Cangardel, 1981). Chez *Tribolium castaneum*, à 20° C, les larves sont incapables de donner des adultes normaux (Howe, 1956). Selon Danks (1987) cité par Monge *et al.* (1989), les diminutions de températures pendant le début du développement larvaire pourraient inhiber les processus biochimiques et physiologiques permettant l'acquisition de la maturité sexuelle. Cela concorde avec nos propres observations avec des phases nymphales qui dépassent trois mois, ce qui représente la durée totale de développement à 25° C sur le même substrat. La production d'adultes ténéraux est aussi très fréquente à la différence de ce qui s'observe à de fortes températures. A l'opposé on peut citer les œufs de *Sitophilus oryzae* et les larves d'*Oryzaephilus surinamensis* chez qui les fortes températures augmentent leur temps de développement. Par contre le phénomène ne s'observe chez les larves de *Tribolium confusum* et de *Cryptolestes ferrugineus* qu'aux faibles humidités (Hagstrum & Milliken, 1988).

A 35° C, le développement de *C. serratus* est très rapide. Cependant, le fait qu'on n'obtienne pas de différence entre 30 et 35° C pour ce qui est de la durée de développement, et les plus grandes performances des adultes à 30 qu'à 35° C, prouvent que cette dernière température dépasse les conditions optimales de cet insecte. Mais Cancela Da Fonseca (1964) a montré que *C. serratus* peut vivre au-delà de ces limites thermiques moyennant certaines conditions. Ainsi à 40° C la ponte est inhibée à 50-70 % r.h. Par contre, à cette même température et à 90 % d'humidité les femelles émettent beaucoup d'œufs mais de façon moindre qu'à 27,5-30° C où la ponte est maximale. La totalité de la ponte est déposée au bout d'une semaine contre 16 à 17 jours pour des températures comprises entre 30 et 20° C. Il apparaît donc que les fortes températures raccourcissent la période de ponte.

Les données obtenues sur le poids des adultes émergés, la fécondité des femelles ainsi que leur survie prouvent que des températures comprises entre 25 et 30° C sont celles propices à la meilleure croissance de la bruche de l'arachide. Il en est de même d'une autre bruche qui lui est très proche, *C. serratus palaestanicus* pour laquelle l'augmentation de la température de 25° C pour 50 % r.h. à 30° C pour 70 % entraîne une diminution de la ponte moyenne de 41,9 à 31,4 œufs (Belinsky & Kugler, 1978). Chez *Callosobruchus rodhesianus* comme chez *C. maculatus*, Giga & Smith (1987) notent une production d'œufs beaucoup plus importante à 30 qu'à 20° C.

Jusqu'à 30° C, le poids des adultes est positivement corrélé avec l'élévation de la température. Comme cause de ce phénomène on peut penser à une meilleure assimilation de la nourriture par les larves. La perte pondérale enregistrée à 35° C malgré une vitesse de développement plus rapide est sans doute liée à un début d'inactivation des enzymes à cette température suboptimale pour *C. serratus*. La fécondité n'est pas corrélée à la température. De 20 à 25° C, on note une importante hausse de la ponte suivie d'une baisse substantielle aux températures supérieures. Kistler (1995) l'avait aussi constaté avec d'autres Bruchidae sur des graines de *Prosopis velutina*. En fait, l'émission d'œufs est maximale aux températures voisines du préférendum thermique (25° C). La faiblesse de la ponte aux basses températures pourrait dépendre du faible poids des femelles qui auraient stocké peu de ressources pour la vitellogenèse. Chez le Diptère *Atherigona soccata* la fécondité est aussi maximale à 25° C (Delobel & Unnithan, 1983), mais aux températures plus basses, nymphes et pupes sont plus lourdes contrairement à *C. serratus*. Aux fortes températures, la réduction notée peut provenir d'une débauche d'énergie supplémentaire par rapport aux moyennes températures.

Les valeurs de r_m obtenues par semaine à 30° C (0,542 soit 0,0774 par jour) sont proches de celles trouvées par Cancela Da Fonseca (1975), soit 0,579 à 32° C pour 70 %

d'humidité. A cette même température et à 25 % h. r. le r_m décroît jusqu'à 0,176 et le R_0 passe de 57,3 à 4,9. Les différences constatées relèvent des conditions environnementales et probablement aussi des spécificités de nos souches. Harari *et al.* (1997 b) donne une valeur de r_m de 0,27 pour *Maladera matrida* à $27 \pm 1^\circ \text{C}$, 60-80% $h.r.$, plus faible que celle qu'on obtient avec *C. serratus* à 25°C pour 45-50 % $h.r.$, Chez *Ips typographus*, la valeur de r_m par jour est plus élevée à 25°C (0,068) qu'à 30°C (0,052) (Wermelinger & Seifert, 1999). A 28°C et 70-80 % $h.r.$, *Sitophilus oryzae* donne des r_m très variables selon la variété de riz, soit respectivement 0,189 ; 0,679 et 0,401 pour les riz "rough", brun et poli (Cho *et al.*, 1988). Ceci témoigne de l'aptitude intrinsèque de chaque insecte à réagir face aux facteurs écologiques.

Une extrapolation de la courbe effet de la température sur le taux intrinsèque de croissance donne une valeur de r_m nulle à 19°C . Cela correspond à l'intersection de la courbe avec l'axe horizontal. A cette température, la population se reproduit identique à elle-même et aux températures inférieures cette reproduction devient impossible. Au delà de 19°C et jusqu'à 30°C , l'augmentation progressive du r_m traduit une croissance température-dépendante. La valeur de r_m maximale est obtenue avec une température de 32°C , ce qui représente la température optimale requise pour le développement de *C. serratus*. C'est le cas aussi chez *Callosobruchus analis* (Begum *et al.*, 1984). Le fléchissement noté à 35°C indique l'action néfaste de températures suboptimales.

Les effets de l'humidité ne sont généralement décelables que pour de larges variations. Il faut souligner que *C. serratus* a une grande tolérance vis à vis de l'humidité. Les données recueillies au cours des deux années d'échantillonnage (Annexe 3) dans la nature révèlent des amplitudes de plus de 50 % entre saison sèche et hivernage. Cancela Da Fonseca (1964) précise que la ponte de *C. serratus* est maximale à $27,5-30^\circ \text{C}$, indépendamment de variations d'humidité comprises entre 50 et 90 %. Il en est de même du Cleridae *Necrobia rufipes* où des variations entre 50 et 85 % d'humidité ne montrent pas d'effets apparents (Ashman, 1963). Par contre, d'autres Coléoptères montrent une particulière sensibilité à l'humidité. C'est le cas de *Dermestes frichii* où celle-ci a des effets beaucoup plus marqués que ceux de la température. En fait, une chute d'humidité de 70 à 60 % à 30°C accroît la période de développement larvaire de 29,1 à 43 jours ; pour 50 % d'humidité à cette même température, cette durée atteint 74 jours (Howe, 1953). Chez *Cryptolestes pusillus*, à 33°C , l'intensité des pontes dépend de l'importance de l'humidité (Ashby, 1961). Howe & Curie (1964) indiquent que chez les bruches des stocks, l'humidité n'a pas généralement d'effets détectables sur l'incubation des œufs. Mais parfois lorsqu'elle est très faible, la coque de l'œuf peut s'endurcir, et le développement de la larve peut nécessiter alors plus de temps.

I-3- ETUDE DU CHOIX DU SUBSTRAT DE PONTE DE SOUCHES DE C. SERRATUS

I-3-1- Résultats

I-3-1-1- Sur graines hôtes

Les résultats présentés représentent ^{la moyenne} le ~~cumul~~ des pontes de 20 femelles, chacune d'entre elles étant accouplée à un mâle de la même souche (Tableau 7). Seule la fécondité est prise en compte, car il découle des travaux antérieurs que la fécondité et la production ovarienne sont quasiment les mêmes (Ali-Diallo, 1991 ; Robert, 1984), c'est à dire que la rétention ovarienne est négligeable. La distribution des pontes de chacune des femelles est en annexe (Annexe 4).

Tableau 7 : Nombre moyen d'œufs émis par les souches de *C. serratus* sur graines hôtes et résultats des analyses statistiques au seuil 5%. Dans une même colonne, les moyennes suivies d'une ou des même(s) lettre(s) ne diffèrent pas significativement

		SOUCHES				
		<i>A. hypogaea</i>	<i>T. indica</i>	<i>B. reticulata</i>	<i>C. sieberiana</i>	<i>B. rufescens</i>
GRAINES	<i>A. hypogaea</i>	9,7 ^a	21,9 ^c	9,8 ^a	4,5 ^a	4,15 ^a
	<i>T. indica</i>	32,55 ^b	13,35 ^b	16,7 ^a	19,65 ^b	16,4 ^c
	<i>B. reticulata</i>	9,70 ^a	3,05 ^a	16,05 ^a	6,45 ^a	12,4 ^c
	<i>C. sieberiana</i>	10,0 ^a	4,95 ^a	11,2 ^a	9,25 ^a	9,15 ^{ab}
	<i>B. rufescens</i>	8,25 ^a	2,10 ^a	10,0 ^a	2,8 ^a	3,65 ^a

I-3-1-1-1- Souche *A. hypogaea*

Le cumul de toutes les pontes sur l'ensemble des graines est de 1363 œufs. 639 d'entre eux soit 46,88 % ont été déposés sur les graines de tamariniers contre 194 œufs (14,23 %) sur graines d'arachide d'où les femelles sont issues, 186 œufs (13,65 %) sur graines de *P. reticulata* et de *C. sieberiana* et enfin 158 œufs (11,59 %) sur graines de *B. rufescens*.

L'analyse statistique révèle 2 groupes homogènes. On a d'une part les graines de tamarin qui ont accueilli près de la moitié des pontes et d'autre part les souches *A. hypogaea*, *B. reticulata*, *C. sieberiana* et *B. rufescens*

Seule une femelle n'a émis aucun œuf. Le nombre moyen d'œufs émis par les 20 femelles est de 68.

I-3-1-1-2- Souche *T. indica*

910 œufs furent répertoriés sur l'ensemble des graines dont 439 (48,24 %) furent déposés sur celles d'arachide. Sur les graines où les bruches ont accompli leur phases larvaires (tamarins) il n'a été recensé que 268 œufs (29,45 %) contre 61 œufs (6,7 %) sur *B. reticulata*, 100 œufs (10,99) sur *C. sieberiana* et 42 (4,61 %) sur graines de *B. rufescens*. On peut distinguer 3 groupes homogènes et statistiquement différents les uns des autres : arachide, tamarin et le groupe *B. reticulata*, *B. rufescens*, *C. sieberiana*. Neuf femelles ont pondu majoritairement sur arachide par rapport aux graines de tamarin. On n'a pas dénombré un seul œuf chez trois femelles.

I-3-1-1-3- Souche *B. reticulata*

Il a été déposé 1276 œufs sur l'ensemble des graines présentées aux 20 femelles. Statistiquement aucune différence significative n'a été décelée par le test de Newman-Keuls entre les différentes graines. En pourcentage 25,75 % de la ponte est collée sur les graines de *B. reticulata*, 15,36 % sur celles d'arachide, 26,16 % sur graines de tamarin, 15,75 % sur celles de *B. rufescens* et 17,55 % sur graines de *C. sieberiana*.

Deux femelles n'ont pas pondu et 5 ont davantage pondu leurs œufs sur les graines de *B. reticulata* où elles ont effectué leur développement larvaire.

I-3-1-1-4- Souche *B. rufescens*

Les pontes sur *B. rufescens* et *A. hypogaea* ont été faibles et représentent respectivement 68 œufs (7,56 %) et 72 œufs (8 %) du nombre total d'œufs qui est de 899. D'après le test de Newman-Keuls, ils forment un groupe homogène différent des autres. Le tamarin a reçu la plus grande proportion d'œufs émis par l'ensemble des femelles de cette souche soit 328 œufs (36,48 %) et de ce fait diffère statistiquement des autres groupes.

Les graines de *B. reticulata* et de *C. sieberiana* ont reçu respectivement 248 œufs (27,59 %) et 183 œufs (20,35 %) forment un autre groupe statistique. Le tamarin et l'arachide ne diffèrent pas entre eux aussi. Aucune femelle de cette souche n'a déposé majoritairement ses œufs sur les graines où elles se sont développées précédemment, en outre 4 d'entre elles n'ont pas du tout pondu.

I-3-1-1-5- Souche *C. sieberiana*

Le nombre d'œufs répertorié sur les différentes graines est de 854 dont 393, soit 46,02 % ont été déposés sur graines de tamarin. Ce pourcentage diffère statistiquement de ceux obtenus sur les autres types de graines. D'ailleurs le test ne révèle aucune différence entre graines de *B. reticulata*, *C. sieberiana*, arachide et *B. rufescens* qui ont reçu respectivement 129 œufs (15,10 %), 185 œufs (21,66 %), 90 œufs (10,53 %) et 57 œufs (6,67 %).

3 femelles ont distribué préférentiellement leurs pontes sur les graines de *C. sieberiana* où elles ont effectué leur développement embryonnaire, d'autre part 3 femelles n'ont pas émis d'œufs.

I-3-1-2- Sur gousses hôtes

La souche *B. reticulata* a pondu au total 941 œufs dont 590, soit 62,7 % sur gousses de *B. reticulata* (Tableau 8). Les gousses de *T. indica*, *C. sieberiana*, *B. rufescens* et d'*A. hypogaea* en ont reçu respectivement 238 (25,3 %), 74 (7,9 %), 29 (3,1 %) et 10 (1 %). Ainsi trois groupes statistiques se dégagent : *B. reticulata*, *T. indica* et *C. sieberiana*-*B. rufescens*- *A. hypogaea*.

La souche *B. rufescens* a déposé quant à elle 644 œufs dont 12 seulement, soit 1,9 % sur gousses de *B. rufescens*. Les gousses de *T. indica* en ont reçu 443 (68,8 %) contre 92 (14,3 %) sur *B. reticulata*, 88 (13,7 %) sur *C. sieberiana* et 9 (1,4 %) sur arachide. La distribution des pontes de ces deux souches sur les gousses est en Annexe 4.

Tableau 8 : Nombre moyen d'œufs émis par 10 femelles de deux souches de *C. serratus* sur gousses hôtes et résultats des analyses statistiques au seuil 5%.

		SOUCHES	
		<i>B. reticulata</i>	<i>B. rufescens</i>
Gousses GRAINES	<i>A. hypogaea</i>	0,1 ^a	0,9 ^a
	<i>T. indica</i>	23,8 ^b	44,3 ^b
	<i>B. reticulata</i>	59 ^c	9,2 ^a
	<i>C. sieberiana</i>	7,4 ^a	8,8 ^a
	<i>B. rufescens</i>	2,9 ^a	1,2 ^a

I-3-2 Discussion

Ces résultats combinés à ceux obtenus sur la biologie du ravageur montrent clairement que les femelles d'une souche donnée peuvent pondre et se développer sur des substrats potentiels mais différents de celui où elles ont accompli leur phase pré-imaginale. Le terme souche utilisée par Robert (1984) caractérisant une population issue d'une plante hôte donnée ne devrait pas occulter le fait qu'il s'agit d'une seule et même espèce, en l'occurrence *C. serratus*. Ce relatif isolement de populations trouvées sur une plante donnée est un phénomène assez courant chez les insectes. Gillon *et al.* (1992) précisent qu'il est difficile d'obtenir sur arachide une reproduction de *C. serratus* si la population est issue de *B. thonningii*. Chez une espèce voisine de la bruche de l'arachide, *C. palaestanicus* qui se développe normalement sur *Prosopis farcta* et sur arachide, Belinsky et Kugler (1978) révèlent que toutes les femelles sont enclines à mettre leurs œufs sur un des substrats uniquement, à savoir les graines de *P. farcta* en situation de choix. Chez la Coccinelle *Epilachna pustulosa*, il y a une variation interpopulation dans l'utilisation de la plante hôte (Ueno *et al.*, 1997) tandis que chez *Acanthoscelides obtectus* des études ont montré des variations dans l'activité reproductrice de femelles vierges de différentes souches géographiques (Huignard & Leroi, 1981). Il en est de même pour *C. maculatus* (Credland *et al.*, 1986).

D'après Sembène & Delobel (1996, 1998) et Sembène *et al.*, (1998) les populations de *C. serratus* inféodées à leurs différentes plantes hôtes se distinguent morphométriquement et génétiquement. Cependant, le flux génique entre souches n'apparaît pas nul. Il importe alors de ne pas exclure à priori des possibilités d'échanges entre individus de deux ou plusieurs populations différentes. Cet état est conforme au fait que pour toutes les souches il n'y a pas eu exclusivité des pontes sur le substrat d'origine des femelles concernées.

Un regard rétrospectif de travaux antérieurs s'impose pour mieux cerner diverses situations qui ont résulté de choix entre gousses et/ou graines d'espèces hôtes de *C. serratus*.

Ali-Diallo (1991) a trouvé sur gousses que les femelles des souches *C. sieberiana*, *T. indica*, *B. reticulata* et *B. rufescens* préfèrent pondre sur celles de la plante où elles ont effectué leur développement embryonnaire, tandis que la souche arachide préfère elle nettement les gousses de tamarin. Les pontes sur graines ont révélé une tendance générale, c'est à dire que les femelles préfèrent déposer leurs œufs sur les graines de tamarin quelle que soit la souche considérée.

Ndiaye (1991) quant à lui n'a expérimenté qu'avec les souches *T. indica* et *C. sieberiana* sur graines, il n'a pas utilisé non plus la souche et les graines de *B. reticulata*. Les femelles de la souche *C. sieberiana* ont déposé 62 % de leurs œufs sur les graines de

tamarin et aucun œuf ne fut pondu sur graines de *C. sieberiana* où les femelles s'étaient développées au stade larvaire. La souche *T. indica* a préféré les graines de tamarin (60 % de la ponte) mais a néanmoins déposé 40 % des œufs sur l'arachide.

Robert *et al.* (1982) puis Robert (1984) ont utilisé trois souches : souche Niamey issue de *B. rufescens* et les souches Niger et Congo issues de l'arachide. Là aussi, les femelles ont préféré pondre généralement sur les graines de leur plante hôte d'origine. Cependant, il existe au sein de la souche Niamey des femelles qui préfèrent l'arachide à leur plante hôte d'origine. D'autre part quelle que soit la souche, il existe toujours des femelles qui pondent sur des graines d'une plante d'où elles n'ont pas émergé.

Nos travaux révèlent des résultats mitigés. En effet, sur graines les souches arachide, *B. rufescens* et *C. sieberiana* préfèrent les graines de *T. indica*. Ceci concorde avec les résultats d'Ali-Diallo (1991) et quelque peu de ceux de Ndiaye (1991). Cependant, un nouveau cas de figure sur le comportement de ponte des femelles de *C. serratus* est représenté par les femelles de la souche *T. indica* qui ont déposé 50 % de leurs œufs sur l'arachide contre 30 % sur les graines de *T. indica* où elles se sont précédemment développées. D'autre part on n'a noté aucune différence significative quant à la répartition des pontes sur les différents substrats présentés aux femelles de la souche *B. reticulata*. Nos résultats s'accordent avec ceux de Robert et d'Ali-Diallo sur le fait que quelle que soit la souche considérée, il existe quoique faible une proportion de femelles qui déposent leurs œufs sur des graines autres que celles où elles ont accompli leur développement post-embryonnaire. Par contre Ndiaye (1991) n'a observé aucune ponte de *C. serratus* de la souche *C. sieberiana* sur graines de *C. sieberiana*.

Nos tests sur gousses se présentent autrement (Annexe 4). Les souches utilisées sont celles de Kas Kas. Pour la souche *B. reticulata* les résultats obtenus sont conformes à l'énoncé du principe de sélection d'hôtes d'Hopkins, en d'autres termes les femelles ont nettement préféré les gousses de *B. reticulata*, viennent ensuite les gousses de *T. indica*, *C. sieberiana*, *B. rufescens* et *A. hypogaea* entre lesquelles le test ne décèle pas de différences significatives. Les femelles de la souche *B. rufescens* ont quant à elles choisi de pondre sur les gousses de *T. indica*.

Ces travaux montrent à l'évidence que le comportement de ponte des femelles diffère selon qu'il s'agit de gousses ou de graines. S'il est généralement admis que les femelles d'une souche donnée préfèrent pondre sur les gousses de la plante où elles ont effectué leur développement larvaire conformément au principe de sélection d'hôtes d'Hopkins, cela ne peut être considéré comme un phénomène exclusif. En fait, quelques femelles peuvent toujours avoir un comportement de ponte qui est complètement en déphasage des autres issues de la même souche en collant ses œufs sur les gousses d'une autre plante. Cette faculté de la bruche à pouvoir pondre sur des substrats aussi divers peut

être déterminant pour son maintien dans la nature surtout aux périodes où beaucoup de ces plantes ne portent plus de gousses. Elle peut aussi avoir de fortes incidences dans la conquête de nouvelles légumineuses hôtes.

Selon Robert (1984; 1985), la nature du site de développement embryonnaire semble avoir une influence sur le choix du site de ponte des femelles, certaines d'entre elles ayant tendance à pondre leurs œufs sur la même espèce que celles où elles ont nymphosé. Cette influence semble due à une mémorisation par certaines femelles du type de gousses où elles ont nymphosé. La mémorisation de la plante hôte pourrait alors avoir lieu soit au stade nymphal, soit au stade adulte lors de l'émergence. De plus, l'auteur pense que la mémorisation ne concernerait que les larves ayant nymphosé dans la gousse. Cette hypothèse qui semble en accord avec la plupart des résultats obtenus avec les gousses n'est pas pour autant entièrement satisfaisante parce qu'elle ne peut expliquer le choix des femelles issues de l'arachide pour le tamarin. Dans ce cas précis, l'idée la plus communément admise est que ces femelles proviendraient originellement du tamarin avant qu'elles n'infestent l'arachide. Cette idée est en harmonie avec le fait que la plante hôte d'origine de la bruche, *C. serratus* serait le tamarin (Decelle, 1981). Il se pose ainsi un problème de nombre de générations (durée de l'adaptation), d'où le caractère oblitérable de l'empreinte évoquée ci-dessus au cours des phases nymphale et adulte. En outre, les femelles de la souche *B. rufescens* de Kas Kas ont nettement préféré pondre sur *T. indica* sans compter le fait qu'aucune d'entre elles n'a préféré sa plante d'origine. Dans la même logique, on peut rappeler que certaines femelles de la souche Niamey préféraient l'arachide à leur plante hôte d'origine (Robert, 1985). On voit donc qu'il existe une grande plasticité comportementale des femelles quelle que soit leur souche d'origine et qu'il existe de grosses différences entre souches.

Cette importante variabilité intra-population fut signalée chez un Lépidoptère, *Papilio machaon* par Wiklund (1981). Cela a amené ce dernier à distinguer au sein d'une même population des femelles généralistes et des femelles spécialistes. Les généralistes répartissent leurs œufs sur plusieurs substrats même quand la plante qui permet leur développement optimal est disponible. Cela fait que des plantes qui ne conviennent pas à la nourriture des larves reçoivent des pontes de leur part alors que les femelles spécialistes les limitent à la plante optimale. Cette situation semble bien refléter le cas de *C. serratus*, les femelles spécialistes étant celles qui pondent préférentiellement sur leur plante hôte d'origine. Quant aux généralistes, elles déposent leurs œufs sur toute sorte de substrats. Cela correspond aux pontes de cet insecte sur du plastique, des milieux synthétiques et sur des cailloux. Ces "errements" sont qualifiés d'erreurs d'ovoposition. Une explication à ce comportement est que l'association entre l'insecte et la plante est nouvelle, et par conséquent, l'insecte n'a pas eu le temps de développer une capacité de discernement (Larsson & Ekblom, 1995).

Wiklund (1974) en testant la progéniture larvaire d'une femelle de *Popillia machaon* sur quatre de ses plantes hôtes a conclu que dans aucun des cas les préférences de ponte des femelles n'ont été influencées par la nourriture larvaire. Ce qui est conforme avec nos résultats obtenus avec la souche *B. reticulata* sur graines où aucune différence ne fut décelée quant à la répartition des pontes sur les différents substrats. Par conséquent les femelles de cette souche n'ont montré aucune préférence de ponte. Cela nous fait penser que le choix du site de ponte chez *C. serratus* pourrait ne pas être de nature génétique comme le soutient Sembène (1997) qui a travaillé cependant avec des bruches obtenues directement de gousses. Tout au moins, s'il l'est, le choix de ponte des femelles et la convenance des substrats aux larves dépendraient de complexes géniques différents comme chez *P. machaon*.

Les études génétiques de Sembène & Delobel (1998), puis Sembène *et al.*, (1998) ont révélé que les populations issues de l'arachide et du *B. reticulata* sont indissociables sur la base des allozymes, d'autre part, il existe probablement un flux génique très élevé entre ces deux populations. Nos résultats obtenus sur ~~graines~~^{graines} en situation de choix ne vont pas dans le même sens que cette conclusion car les graines de tamarin sont généralement choisies. En d'autres termes, la parenté génétique apparente entre les populations de *B. reticulata* et celles d'arachide ne s'exprime pas au niveau des choix des femelles qui sont les principales actrices de l'infestation car elles déterminent le milieu de vie des larves. De plus, la souche *C. sieberiana* qui semble bien différenciée des autres adopte un comportement de ponte qui n'est pas pour autant singulier. Cette situation semble dépendre d'une grande variabilité génétique non seulement entre les populations inféodées aux différentes plantes hôtes (Sembène *et al.*, 1998) mais également, et cela semble le plus important, à l'échelle de l'individu.

A l'opposé de *C. serratus* et de *P. machaon*, un Lépidoptère, *Euphydryas editha*, montre à l'intérieur d'une même population des variations héritables de la préférence de ponte des femelles. Il apparaît des interactions significatives entre préférence des femelles et performance des larves décelables par le poids moyen des larves à partir du 10^{ème} jour (Singer *et al.*, 1988). Le cas contraire s'observe chez *C. maculatus* qui dépose un nombre plus important d'œufs sur pois d'Angole, *Cajanus cajan* malgré une plus forte mortalité et un allongement considérable de son cycle de développement par rapport au niébé et au pois-chiche qui lui assurent une meilleure survie et un développement plus rapide (van Huis & Rooy, 1998). Ces résultats montrent que les convenances des femelles ne sont pas toujours conformes aux performances des larves.

Sur graines, il y a plus de convergences sur le choix du site de ponte, mais là aussi des disparités majeures se sont révélées au cours des études.

On peut convenir que les pontes sur graines sont généralement localisées de préférence sur le tamarin. Plusieurs hypothèses peuvent élucider le choix de ces graines. Celle qui est la

plus plausible est la forme des graines de tamarin par rapport à celles des autres plantes hôtes. En effet, celles-ci conviennent plus au mode de ponte de la bruche à cause de leurs nombreuses concavités et crevasses qui sont des endroits privilégiés pour les femelles. En fait, les femelles de la bruche ont toujours tendance à introduire leurs œufs dans des fentes et anfractuosités. Pour étayer une telle hypothèse on a effectué une expérience qui consiste à faire pondre des femelles sur des graines de *T. indica* et de localiser les pontes. Sur 100 gousses examinées, 232 œufs furent répertoriés au total et 185 soient 79,74 % sont pondus sur les côtés (partie contenant les crevasses) contre 20,26 % sur les faces (zones lisses) à $p < 0,001$. Le phénomène est plus important avec les gousses comme le montre une expérimentation complémentaire faite par Delobel (2000) au laboratoire. Dans 4 cages il a introduit 4 femelles et 4 gousses de tamarins dont 2 fendues et 2 entières. Les adultes utilisés (souche *B. reticulata*) ont été élevés sur gousses. Il a été pondu 604 œufs dont 90,4 % à l'intérieur des fentes des gousses cassées contre 6,62 % sur gousses entières. Seuls 2,98 % furent pondus à l'extérieur des gousses. On pourrait aussi penser à des effets chimiques, notamment une plus grande attractivité des graines de *T. indica*. Mais l'élimination de certaines substances à la surface des graines par lavage par du dichlorométhane (Ali-Diallo & Huignard, 1993) qui n'a pas modifié la préférence des femelles pour ces graines exclut l'intervention de substances chimiques qu'émettraient les graines de *T. indica* et qui attireraient les femelles pondeuses. Le choix de ces graines est donc modulé par des propriétés autres que chimiques.

C. serratus apparaît donc comme un insecte très éclectique dans le choix de son site de ponte. Les pontes sur graines non-hôtes peuvent aussi avoir une cause physiologique notamment une pression ovocytaire trop forte. Il faut souligner cependant que, dans la nature ces situations de choix telles que conçues au laboratoire ne s'offrent pas souvent. Les conditions biocénétiques peuvent faire qu'un nombre restreint de ces plantes vive dans une localité donnée, ce qui contraint la bruche à s'adapter au cycle de celles-ci. Il est aussi possible que les adultes issus des gousses ou graines d'un arbre retournent s'accoupler sur l'arbre dont ils sont issus (effet de proximité) (Sembène, 1997). Les conditions de laboratoire (cage de petite taille) sont trop éloignées des conditions naturelles pour qu'on puisse y reproduire le comportement réel des femelles.

II- DYNAMIQUE DES POPULATIONS DE *C. SERRATUS* EN RAPPORT AVEC SES PLANTES HOTES

II-1- RESULTATS

II-1-1- Phénologie des Caesalpinoïdæ hôtes de *C. serratus* à Keur Baka

Selon la période de l'année et sous l'intervention de facteurs abiotiques, les arbres peuvent être dans l'une des phases suivantes : repousses foliaires, floraison, gousses vertes, gousses en maturation ou gousses mûres. Ce sont les deux dernières catégories (gousses mûrissantes et mûres) qui nous serviront de descripteur des fluctuations des pontes de *C. serratus* dans la nature.

Ainsi, lors de chaque mission, en sus de l'échantillonnage, nous avons noté le stade phénologique des différents pieds choisis dans le cadre de cette expérimentation afin d'établir une causalité entre la phénologie de l'arbre et la présence du ravageur. Les résultats obtenus sont schématisés dans le tableau 9. (p 62)

Nous avons observé lors de la première mission de novembre 1997 chez les plantes hôtes l'existence concomitante de différents stades : gousses vertes, mûrissantes et mûres. Cette situation a prévalu jusqu'en décembre de la même année.

Entre février et juillet 1998 seules des gousses mûres ont persisté dans les arbres excepté sur *B. rufescens* qui fleurit en permanence et porte par conséquent des gousses de divers stades. D'autre part, il est à noter que les *C. sieberiana* sont les premières plantes à voir leur production totalement éteinte suivis en cela par les tamariniers.

La période août-octobre est en fait marquée par une rareté de gousses mûres. En août, seul *B. reticulata* portait encore quelques rares gousses. Cette période correspond chez les autres plantes à l'apparition de repousses foliaires et à la floraison. Il en est de même de certains pieds de *B. reticulata*. Les tamariniers produisaient déjà de nouvelles gousses vertes. Cependant, n'eût été que les *B. rufescens* furent coupés, on aurait dû avoir des gousses de différents stades sur cette espèce végétale à cause de son cycle végétatif étalé sur toute l'année. D'ailleurs, celui qui recevait les pièges portait durant ce temps des gousses. En octobre, toutes les plantes portaient des gousses vertes à l'exception des *B. rufescens* coupés. Pourtant en novembre, l'état phénologique le plus avancé est remarqué sur les *B. rufescens* avec la présence de gousses mûres ; les *C. sieberiana* avaient quant à eux des gousses mûrissantes.

En décembre 1998, toutes les plantes avaient déjà commencé à produire des gousses mûres et le processus d'évolution était à son terme en février 1999. Les gousses mûres sont restées sur les arbres jusqu'en mai. Contrairement à l'année précédente, les tamariniers n'ont pas pu préserver leur production jusqu'en juillet. En fin juin le cycle végétatif

recommençait chez les *C. sieberiana* et les *T. indica*. La formation de gousses vertes devenait effective pour eux en août et plus tard en octobre chez les *B. reticulata*. Les *B. rufescens* ont porté des gousses mûres d'octobre 1998 à octobre 1999.

Rappelons que ce tableau 9 a été obtenu pour chaque essence en faisant la somme des états phénologiques des différents pieds. De ce fait, il y a une donnée importante et très bénéfique pour le maintien de *C. serratus* dans la nature à savoir le décalage phénologique intraspécifique. Ceci est net dans le cas du *B. reticulata*. Pour illustrer un tel phénomène on peut se référer à la taille des différents échantillonnages (Annexe 5). Les pieds Ba5 et Ba6 de *B. reticulata* étaient les derniers à produire des gousses mûres. En 1998, leur premier échantillonnage n'avait eu lieu qu'en février contrairement aux autres qui étaient échantillonnés dès novembre de l'année précédente. Cette situation est avantageuse pour la bruche parce qu'elle augmente la disponibilité en substrats de ponte et de développement dans le temps. Ce qui réduit considérablement la période critique due à une raréfaction voire une absence totale de gousses sur et sous la canopée de certains arbres. On peut en outre noter les décalages phénologiques interspécifiques, notamment avec la précocité de maturation des gousses (dès novembre) chez *C. sieberiana* et/ou *T. indica*.

Le vent joue un rôle primordial dans la persistance des gousses une fois qu'elles sont mûres. Sous son effet, le pédoncule des gousses de *B. reticulata* et *C. sieberiana* en particulier cède facilement. Lors de notre mission de février 1999 des rafales de vent avaient fait tomber une très grande partie de la production des plantes (*B. reticulata* et *C. sieberiana* notamment) en une nuit. Ainsi on assiste à une diminution progressive de la quantité de gousses disponibles sur les arbres. En plus, celles qui sont sous la canopée sont mangées par les animaux (*B. reticulata*), ou soumises à l'action des termites (Figure 8) ou encore à l'action de l'homme qui, lors des défriches les brûle. Celles qui échappent, pourrissent avec l'apparition des premières pluies (surtout les gousses de tamariniers) mais, néanmoins elles peuvent libérer avant pourrissement leurs graines.

L'humidité qui règne à l'approche de l'hivernage fait tomber généralement les quelques gousses résiduelles que portent les arbres suite à un ramollissement de ces dernières contribuant à la fragilité du pédoncule qui cède plus facilement, excepté celui de *B. rufescens*. Chez cet arbre le pédoncule est plus coriace, ce qui est sans doute l'un des facteurs responsables de leur maintien pendant plusieurs générations sur l'arbre.



Figure 8: Gousses de *Bauhinia reticulata* attaquées par les termites e

L'arachide a un cycle de fructification moins étalé que les autres plantes hôtes du ravageur parce que celui-ci doit s'accomplir au cours de la période des pluies qui dure à peine 3 mois. En effet, les semis sont fait juste après la 1^{ère} pluie de l'hivernage et la récolte au début de la saison sèche. Après déterrage, battage, séchage et la formation des andins et meules, la récolte est stockée au niveau des structures paysannes destinées à cet effet (greniers, magasins...).

Tableau 9: Evolution phénologique des différents pieds de Caesalpinoideae sauvages hôtes de *C. serratus* servant aux échantillonnages

 : Repousses foliaires
 : Floraison
 **** : Gousses vertes
 ++++ : Maturation avancée
 : Gousses mûres et persistantes
 : Coupure par les paysans

	1997		1998								1999					
	15 N	30 D	17 F	1 Av	15 M	1 Jt	14 At	1 O	16 N	28 D	17 F	1 A	17 M	1 Jt	16 At	1 O
<i>B. reticulata</i> (P _{1,2,3,4,5,6})	>> **** ++++ 	**** ++++ ++++ 	 ++++ 				 	 >> **** 	 >> **** 	 >> **** ++++ 				 >>	 >> ****	
<i>T. indica</i> (T _{1,2,3})	>> **** ++++ 	**** ++++ ++++ 					 >> **** 	 >> ****	**** ++++ 				 >>	 ****	 ****	
<i>C. sieberiana</i> (C _{1,2})	**** ++++ 	**** ++++ ++++ 				 >>	 >>	>> ****	++++ ++++ 	**** ++++ 				 ****	****	
<i>B. rufescens</i> (B _{1,2})	 >> **** ++++ 	 **** ++++ 	 **** ++++ 	 **** ++++ 	 **** ++++ 	  	 >> 	 >> 	 **** ++++ 	 >> **** ++++ 	 **** ++++ 	 **** ++++ 	 **** ++++ 	 **** ++++ 	 >> **** 	 **** 

II-1-2- Evolution des populations de *C. serratus* à Keur Baka

II-1-2-1- Suivi des pontes sur hôtes sauvages de novembre 1997 à octobre 1999

II-1-2-1-1- *Bauhinia reticulata*

Gousses cueillies (Figure 9)

Les pontes sont faibles de novembre 97 à février 98, soit 417 œufs pour 100 gousses en février. C'est entre ce dernier mois et juillet que les femelles déposent une très importante quantité d'œufs avec un maximum de 1364. Cependant, la majeure partie de ceux-ci sont parasités. Le nombre d'œufs éclos augmente jusqu'en mai (516), puis diminue graduellement. Le nombre d'œufs consommés est insignifiant, ce n'est qu'en novembre et mai qu'il atteint la centaine. Les émergences d'adultes connaissent une évolution similaire à celle du nombre d'œufs éclos mais avec un maximum dès avril (246 individus).

La 2^{ème} campagne montre à peu près le même type de dynamique. Cependant, les pontes sont plus nombreuses avec des maxima obtenus en mai (au total 2075 œufs dont 1428 parasités, 637 consommés et 10 consommés). L'émergence des adultes suit le même profil que précédemment avec un maximum de 242 individus en avril. Les absences d'œufs en octobre 98 et au-delà de mai 99 sont liées à un manque d'échantillon.

Gousses ramassées (Figure 10)

Au meilleur des cas le niveau des pontes atteint à peine la moitié de celui observé dans l'arbre (850 œufs pour 100 gousses). Lors de la première campagne, les nombres d'œufs éclos et parasités connaissent grossièrement une ascension à deux pics séparée par une baisse notable des effectifs en mai. L'action du parasite n'obtient une réelle importance qu'en juillet 98 (550 œufs parasités). Par contre la sortie des adultes est graduelle et le maximum est atteint en avril (133 individus). Mais dès le mois de mai, il n'y a plus d'émergences malgré l'importance des éclosions de juillet. La mortalité des œufs a, là aussi, très peu d'ampleur. Le ramassage de gousses n'a pas lieu entre août et octobre 98.

Après l'hivernage, au cours de la deuxième campagne, les premières pontes sont observées en novembre 1998. Cependant les taux maximums sont obtenus dès décembre pour les œufs parasités (173) et en février pour les œufs éclos (97). La mortalité des œufs est plus faible qu'auparavant alors que les émergences d'adultes sont assez régulières jusqu'en mai avec un maximum de 61 en février.

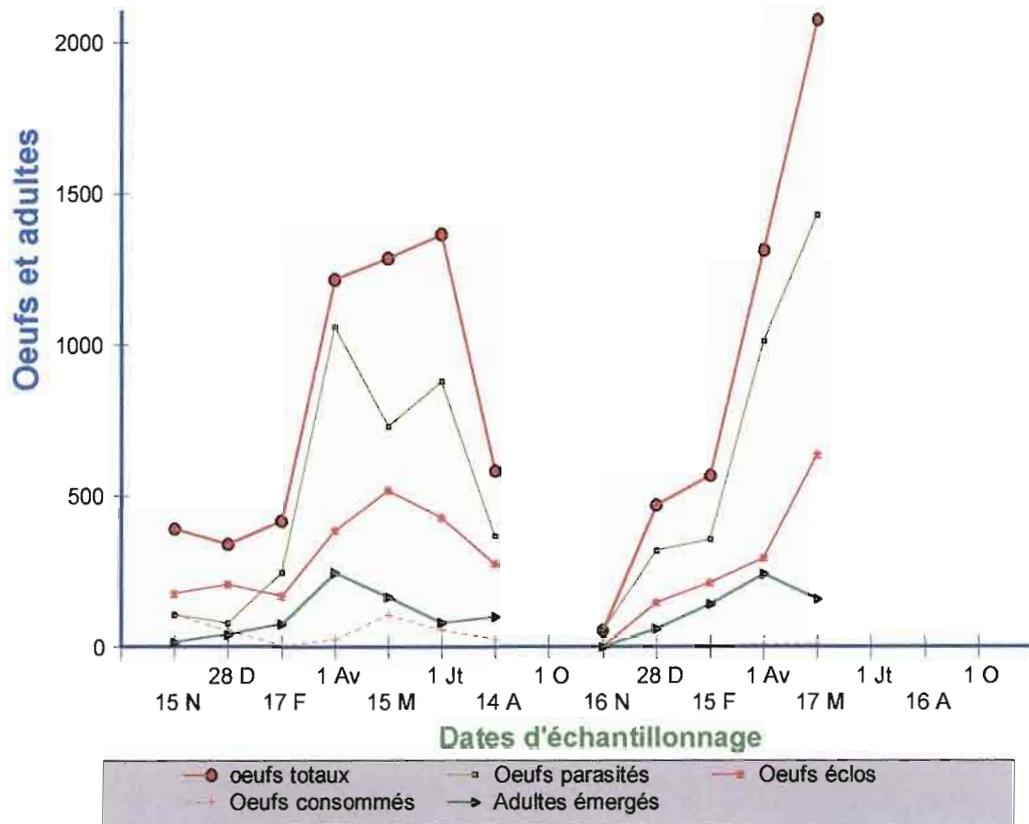


Figure 9: Evolution des populations de *C. serratus* sur gousses de *B. reticulata* cueillies de novembre 1997 à octobre 1999

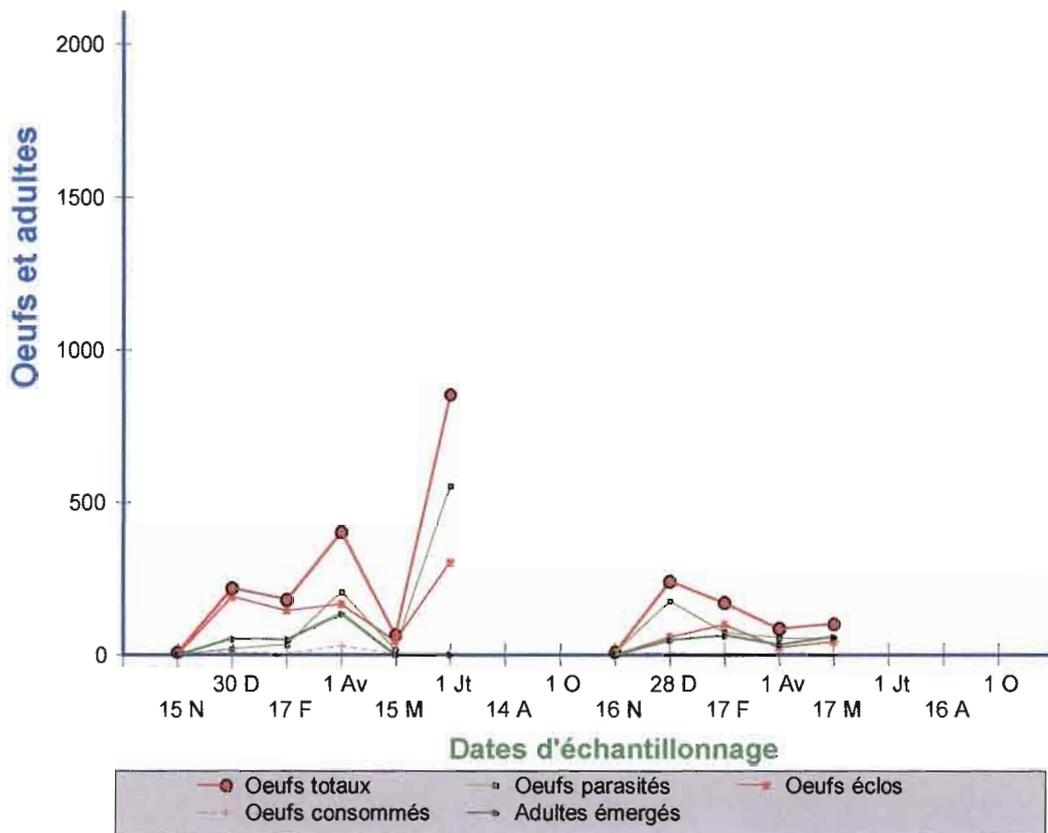


Figure 10 : Evolution des populations de *C. serratus* sur gousses de *B. reticulata* ramassées de novembre 1997 à octobre 1999

II-1-2-1-2- *Cassia sieberiana*

Gousses cueillies (Figure 11)

Au cours de la première campagne, les pontes sont peu importantes jusqu'en avril 98 avec presque autant d'œufs parasités, éclos et consommés. L'essentiel des pontes est déposé en mai, soit 2183 œufs pour 100 gousses. Cependant, plus de la moitié des œufs est consommée (1216), les quantités d'œufs éclos et parasités sont respectivement de 516 et 450. L'absence de pontes de juillet à octobre 98 est due à l'épuisement des gousses dans l'arbre.

La deuxième campagne révèle une dynamique de ponte similaire à la précédente, mais les pontes de mai 99 ne font même pas le quart de celles de mai 98, soit 600 au total. La mortalité n'apparaît réellement qu'en mai avec 150 œufs contre 450 éclos.

Le nombre d'adultes émergés présente le même profil au cours de ces deux campagnes, à savoir une très faible augmentation dont le maximum est obtenu en mai. Les effectifs plus faibles lors de la deuxième campagne (50 contre 66 individus).

Gousses ramassées (Figure 12)

Les populations sur gousses ramassées sont environ 20 fois moins importantes que sur gousses cueillies (111 et 114 œufs au total pour 100 gousses respectivement en avril 98 et février 99). Les deux campagnes présentent le même profil d'évolution à la différence que la deuxième donne des maxima un mois plutôt (février).

Le nombre d'œufs éclos ne dépasse sensiblement ceux parasités que pendant la deuxième campagne, surtout en février (respectivement 66 et 44). D'une manière générale, la consommation des œufs est restée faible. Le nombre d'adultes émergés augmente de la même manière que les pontes mais avec des effectifs qui n'atteignent pas le quart du nombre d'œufs éclos, soit 11 adultes en avril 98 et 9 en février 99.

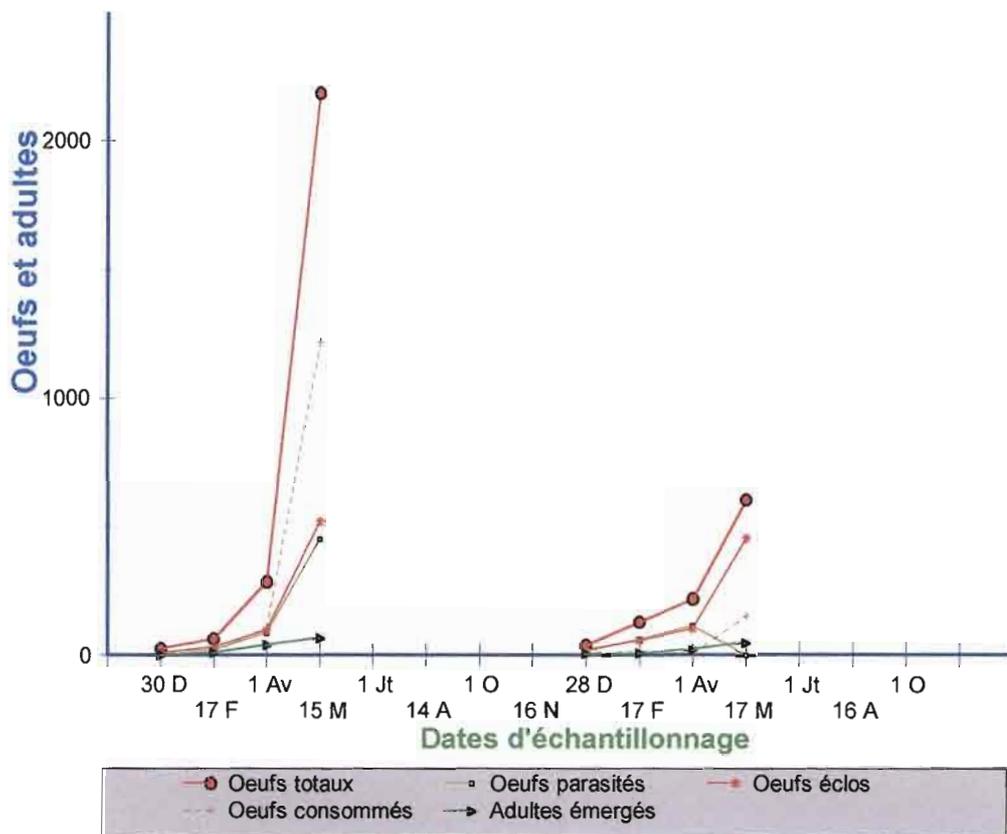


Figure 11 : Evolution des populations de *C. serratus* sur gosses de *C. sieberiana* cueillies de novembre 1997 à octobre 1999

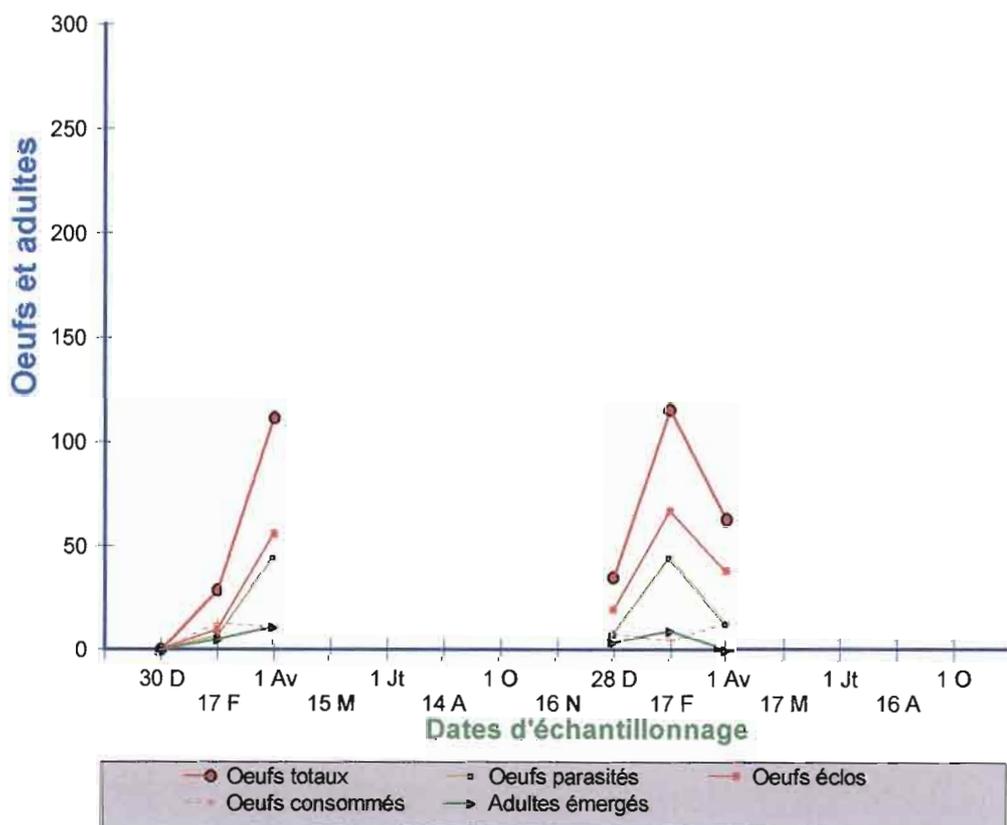


Figure 12 : Evolution des populations de *C. serratus* sur gosses de *C. sieberiana* ramassées de novembre 1997 à octobre 1999

II-1-2-1-3- *Tamarindus indica*

Gousses cueillies (Figure 13)

Le niveau général des pontes augmente régulièrement jusqu'en mai 98 avec cependant de faibles quantités d'œufs de novembre 97 à février 98. Le nombre d'œufs éclos représente l'essentiel des pontes avec un maximum en juillet (311). Les œufs consommés et parasités sont rares jusqu'en février, ce n'est qu'en mai qu'ils connaissent une certaine ampleur surtout pour ceux parasités (140). Les émergences d'adultes sont quant à elles régulières de février à mai 98 où 36 individus sont émergés. D'août à novembre 98 les plantes ne portaient plus de gousses.

La deuxième campagne est marquée par une absence quasi permanente de ponte. Seules les gousses échantillonnées en décembre 98 reçoivent une infime quantité d'œufs.

Gousses ramassées (Figure 14)

Les quantités d'œufs déposées sur gousses ramassées sont à peu près du même niveau que celles sur gousses cueillies. Ce sont les échantillons de novembre 97 et juillet 98 qui en ont le plus reçu. La majeure partie des pontes est éclos. La consommation des œufs n'est remarquable qu'en novembre 97, contrairement aux œufs parasités où l'essentiel bien que moindre est obtenu en avril et mai 98. Les échantillons de décembre 97 à avril 98 sont marqués par une baisse notable des pontes.

Le nombre d'adultes émergés ne suit pas les fluctuations des quantités d'œufs éclos. Leur faible effectif de novembre 97 n'a fait que regresser, d'ailleurs aucun adulte n'est sorti en juillet 98. Nous n'avons pas ramassé de gousses sous les tamariniers dans la période août 1998-octobre 1999.

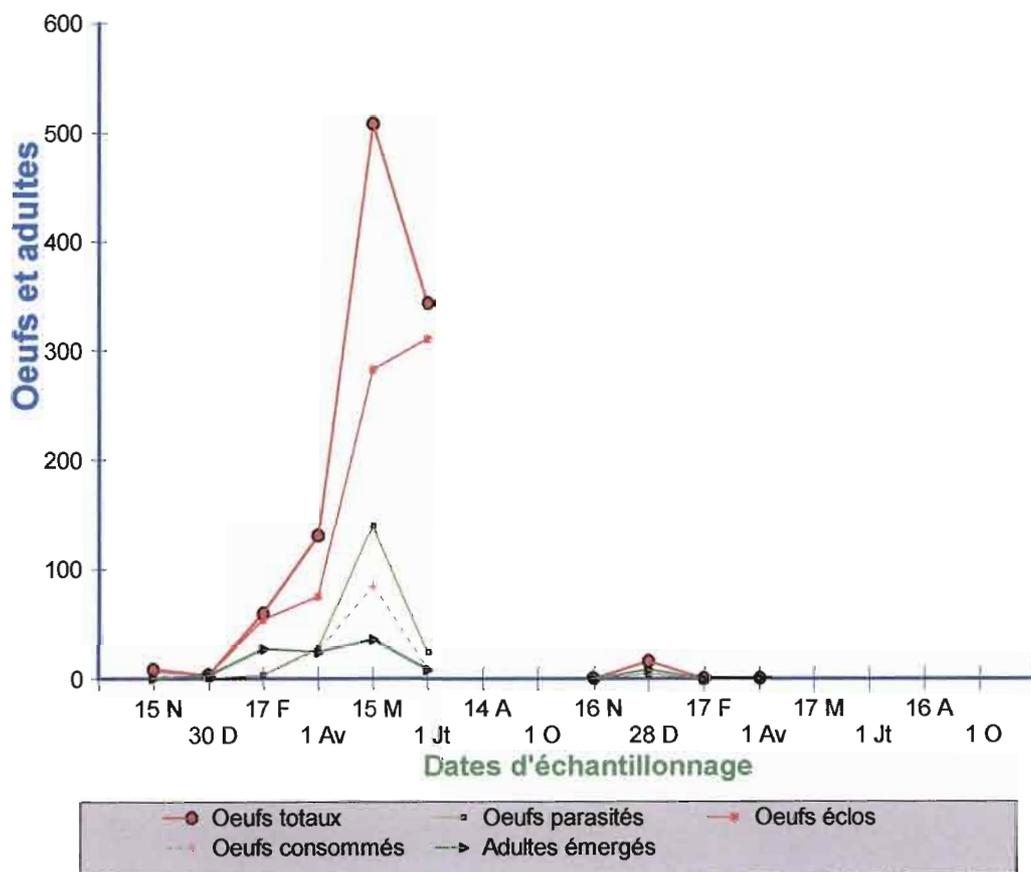


Figure 13 : Evolution des populations de *C. serratus* sur gousses de *T. indica* cueillies de novembre 1997 à octobre 1999

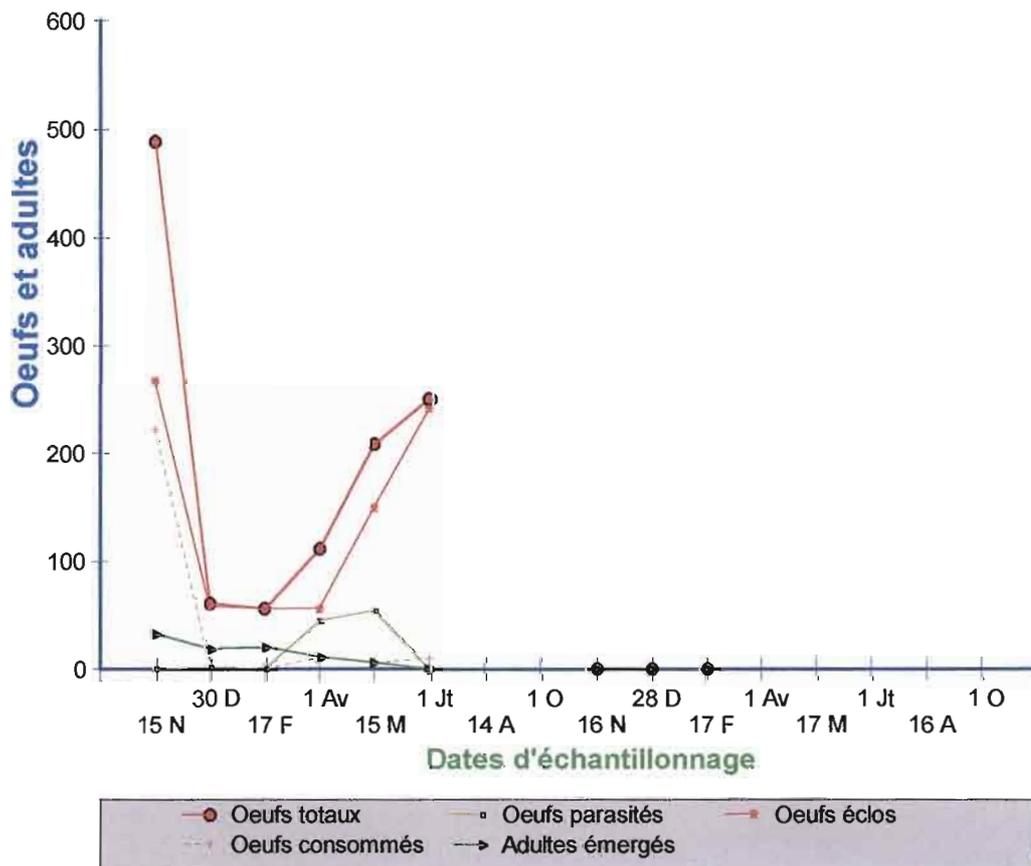


Figure 14: Evolution de populations de *C. serratus* sur gousses de *T. indica* ramassées de novembre 1997 à octobre 1999

II-1-2-1-4- *B. rufescens*

Gousses cueillies (Figure 15)

Le graphique met en lumière au cours de ces deux campagnes trois périodes de ponte bien marquées. Deux surviennent en novembre, surtout lors de la 2^{ème} campagne (283), l'autre entre avril et mai 98. Les importantes pontes de novembre ont été à chaque fois sujettes à une très forte prédation due principalement à la consommation des oeufs et de façon moindre au parasitisme par *Uscana caryedoni*. Cela a maintenu à un bas niveau le nombre d'œufs éclos dont l'effectif maximal (53) est obtenu en mai 98.

La période juillet-octobre 98 est marquée par une absence d'échantillons. Le phénomène le plus saillant de la deuxième campagne est l'importance du nombre d'œufs déposés en novembre 1998, et le maintien des pontes à un très faible niveau par la suite. Globalement le nombre d'adultes émergés a très peu fluctué. Les effectifs sont restés très faibles avec un maximum en avril 98, soit 11,5 individus.

Gousses ramassées (Figure 16)

Par rapport aux gousses cueillies de la même essence, on remarque que l'infestation présente quelques différences. Celles-ci concernent à la fois l'étalement temporel des pontes et leur évolution. Cependant, les quantités d'œufs déposées ne sont que légèrement inférieures. Pendant la première campagne, on peut observer une augmentation régulière des pontes jusqu'en juillet (250 œufs au maximum). Il faut souligner que jusqu'en mai 98, plus du tiers de la ponte était éclos. L'importance du phénomène est d'ailleurs visible jusqu'en juillet (65). Les quantités d'œufs consommés et parasités sont dans les mêmes proportions jusqu'en mai, ce n'est qu'en juillet 98 que les œufs parasités ont eu plus d'ampleur (102 parasités contre 37 consommés).

Entre août 98 et décembre 99, il n'y a pas eu d'échantillons. Le dépôt d'œufs lors de la deuxième campagne n'a eu lieu qu'entre février et mai 99 à un très bas niveau et le maximum noté (mai) n'est que de 26. Le nombre d'œufs éclos est insignifiant parce que ceux-ci sont parasités et dans une moindre mesure consommés.

Dans l'ensemble, l'émergence d'adultes est restée stationnaire et très faible. Mais en juillet 98, leur effectif a décuplé (31 individus). On n'en note qu'en février pendant la deuxième campagne avec un seul adulte.

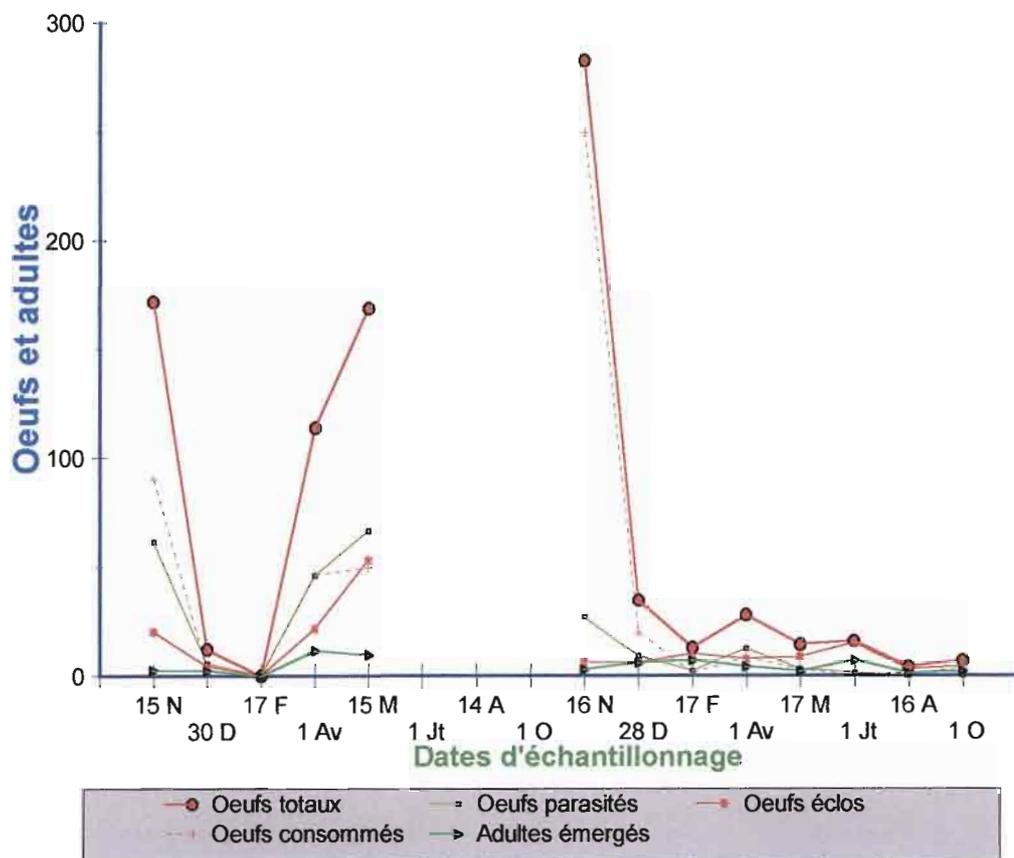


Figure 15: Evolution des populations de *C. serratus* sur gosses de *B. rufescens* cueillies de novembre 1997 à octobre 1999

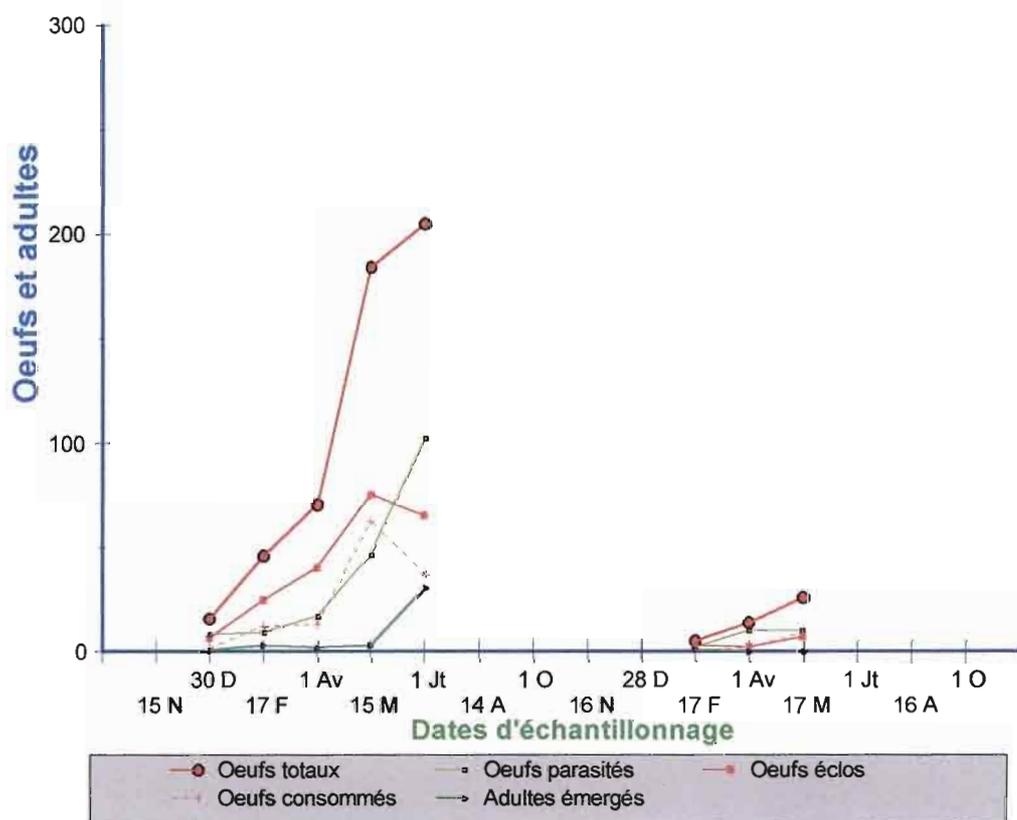


Figure 16: Evolution des populations de *C. serratus* sur gosses de *B. rufescens* ramassées de novembre 1997 à octobre 1999

II-1-2-2- Suivi des pontes sur arachide de novembre 1997 à octobre 1999

Seule l'éclosion des œufs et l'émergence des adultes sont pris en compte. Ceci parce que la mortalité est insignifiante et s'est présentée de façon très éphémère, en fait moins de 5 œufs sur 1000 gousses furent consommés au cours du 1^{er} mois alors que le parasitisme n'existe pas. Au delà de décembre tous les œufs émis furent effectivement éclos. Le constat est valable pour les deux années (Figure 17 et 18).

L'infestation initiale est très faible et son évolution, certes progressive, est restée lente jusqu'en février. Mais, au delà de ce mois, on assiste à une croissance exponentielle du nombre d'œufs sur les gousses d'arachide. Le maximum est atteint en avril pour le grenier 2 (3539) et en mai pour le grenier 1 (2972), bien que l'infestation originelle soit plus faible dans le grenier n° 2.

L'émergence des adultes a la même dynamique d'évolution que les éclosions. 812 adultes sont sortis dans le grenier 1 en mai contre 647 dans le second au cours du même mois.

Les périodes juillet-octobre sont marquées par un épuisement des stocks au niveau paysan d'où une absence de prélèvement. Par contre les échantillonnages de la deuxième campagne (novembre 1998-octobre 1999) qui n'ont duré qu'entre novembre et février ont donné des taux d'infestation insignifiants. Dans le grenier n° 1, la ponte qui a commencé en décembre avec moins de 3 œufs est restée quasi stationnaire avec 10 œufs environ en février. Néanmoins il y a quasiment autant d'adultes que d'œufs. L'échantillon du grenier n° 2 qui n'a reçu qu'un seul œuf en décembre a par contre enregistré une centaine d'œufs en février avec 84 individus émergents (Figure 17 et 18, Annexe 6).

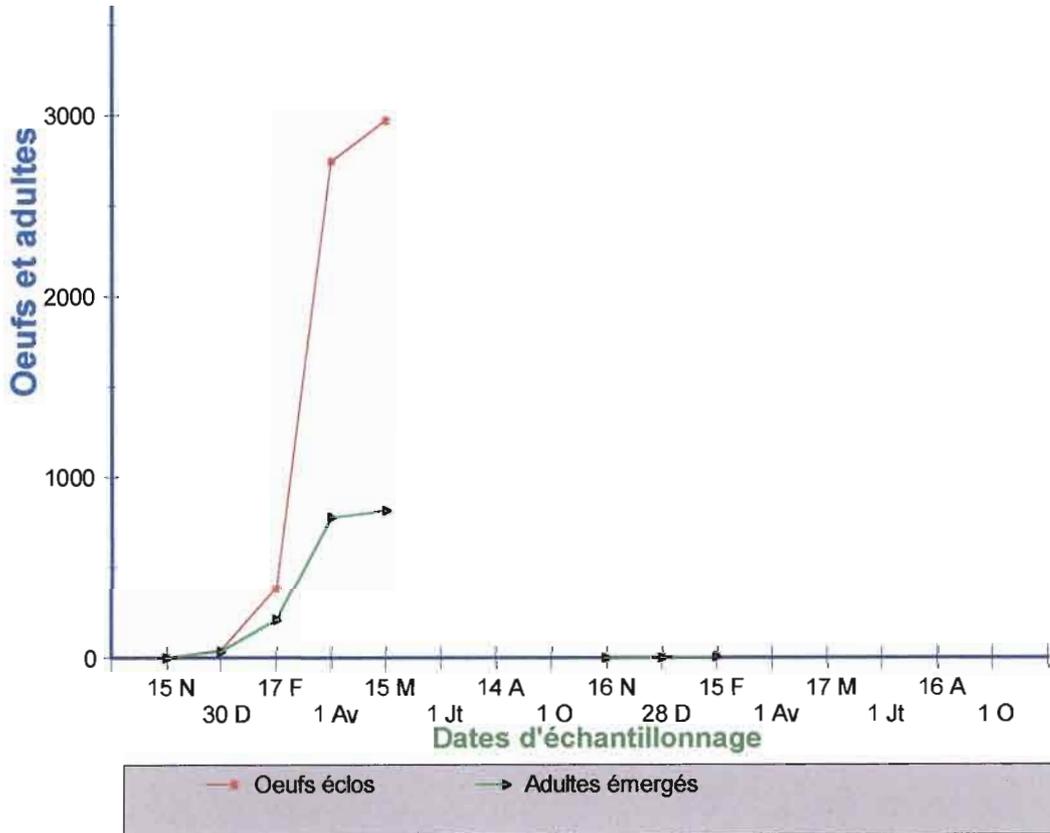


Figure 17 : Evolution des populations de *C. serratus* dans le grenier d'arachide n° 1 de novembre 1997 à octobre 1999

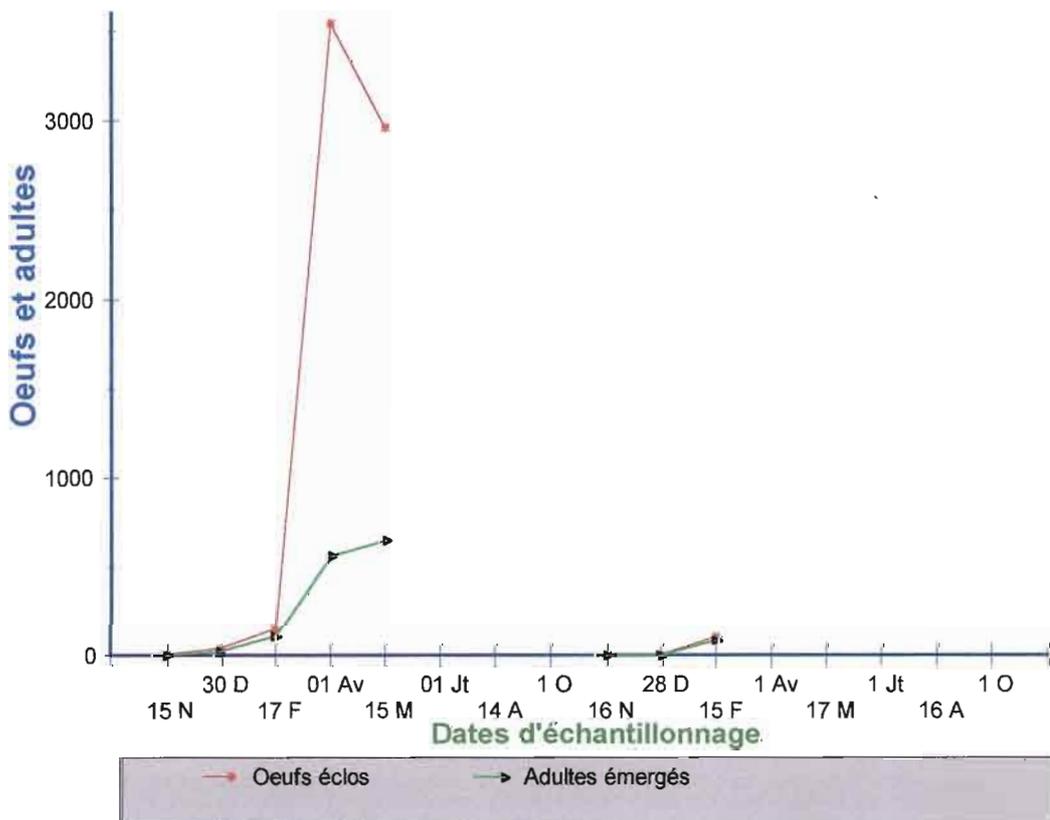


Figure 18: Evolution des populations de *C. serratus* dans le grenier d'arachide n° 2 de novembre 1997 à octobre 1999

II- 1- 2- 3- Facteurs de mortalité chez *C. serratus*

II-1-2- 3-1- La mortalité au stade œuf

La mortalité au stade œuf chez *C. serratus* est un phénomène de grande importance comme en atteste le tableau 10. Excepté sur *T. indica*, la moitié des œufs émis par *C. serratus* n'éclos pas, parce qu'ils sont soit parasités par *U. caryedoni*, soit affectés par d'autres facteurs de mortalité. Ce dernier vocable regroupe les œufs morts, consommés (déprédateurs non encore identifiés) et stériles.

Pour l'ensemble des échantillons, la moitié des œufs détruits résulte du parasitisme par *U. caryedoni*. Néanmoins, l'ampleur du phénomène varie selon la plante hôte considérée. En effet, le parasitisme est moindre sur les œufs pondus sur les gousses de *T. indica*. Ceux portés par les *B. reticulata* apparaissent légèrement plus affectés bien qu'au niveau statistique le test ne décèle pas de différences significatives entre eux et les œufs pondus sur les *C. sieberiana* et *B. rufescens*. Il n'y a pas non plus de différence significative quant à la localisation des gousses. En d'autres termes le pourcentage d'œufs parasités par *U. caryedoni* est le même sur gousses cueillies et ramassées (tableau 11).

Plus spécifiquement, pour *B. reticulata* et *T. indica*, l'absence d'*U. caryedoni* en novembre et décembre 97 est probablement liée à la faiblesse des échantillons (Annexe 5) lors de la maturation des gousses. D'ailleurs chez *T. indica*, la mortalité au cours de la 2^{ème} année d'échantillonnage ne s'observe qu'au mois de décembre.

L'action des autres facteurs de mortalité, tout comme celle d'*U. caryedoni*, semble dépendre de la plante hôte de *C. serratus* qui reçoit les pontes. Statistiquement, leur impact est très faible sur les œufs pondus sur *B. reticulata*. Sur *B. rufescens*, *T. indica* et dans une moindre mesure sur *C. sieberiana*, ils ont agi avec autant d'acuité qu'*U. caryedoni*.

Tableau 10: Impact des facteurs de mortalité des œufs de *C. serratus* inféodés aux différentes plantes hôtes au cours du temps : les analyses sur les valeurs moyennes sont effectuées après la transformation en arcsinus racine du pourcentage, $p < 0,01$. *Autres* : facteurs de mortalité différents d'*U. caryedoni*

Date	Gousses	<i>Bauhinia reticulata</i>		<i>Bauhinia rufescens</i>		<i>Cassia sieberiana</i>		<i>Tamarindus indica</i>	
		<i>U. caryedoni</i>	Autres	<i>U. caryedoni</i>	Autres	<i>U. caryedoni</i>	Autres	<i>U. caryedoni</i>	Autres
15 nov 97	cueillies	27,48 %	27,68 %	35,71 %	52,55 %	-	-	0 %	33,33 %
	ramassées	0 %	100 %	-	-	-	-	0 %	45,45 %
30 dec 97	cueillies	23,18 %	16,17 %	45,45 %	18,18 %	44,44 %	22,22 %	0 %	0 %
	ramassées	8,42 %	4,76 %	52,17 %	8,70 %	0 %	0 %	2,56 %	2,56 %
17 fev 98	cueillies	58,64 %	1,30 %	-	-	31,82 %	20,45 %	5 %	5 %
	ramassées	18,37 %	2,47 %	19,73 %	26,31 %	22,22 %	44,44 %	0 %	0 %
01 avril 98	cueillies	87,09 %	2,04 %	40,35 %	40,78 %	29,41 %	37,25 %	22,03 %	20,34 %
	ramassées	51,28 %	7,69 %	24,11 %	18,44 %	40 %	10 %	6,78 %	7,63 %
15 mai 98	cueillies	56,78 %	8,31 %	39,35 %	29,29 %	20,61 %	55,72 %	27,65 %	16,72 %
	ramassées	25 %	7,11 %	25,27 %	33,97 %	-	-	25,97 %	2,60 %
01 juil 98	cueillies	64,36 %	4,31 %	-	-	-	-	7,10 %	2,58 %
	ramassées	64,70 %	0 %	50 %	18,15 %	-	-	0 %	3,64 %
14 août 98	cueillies	62,86 %	4,29 %	-	-	-	-	-	-
	ramassées	-	-	-	-	-	-	-	-
01 oct 98	cueillies	-	-	-	-	-	-	-	-
	ramassées	-	-	-	-	-	-	-	-
16 nov 98	cueillies	0 %	0 %	9,54 %	88,34 %	-	-	0 %	0 %
	ramassées	60 %	30 %	-	-	-	-	0 %	0 %
28 dec 98	cueillies	67,66 %	1,28 %	25,71 %	57,14 %	33,33 %	16,66 %	25 %	25 %
	ramassées	73,15 %	3,24 %	-	-	22,22 %	22,22 %	0 %	0 %
17 fev 99	cueillies	62,48 %	0,36 %	15,38 %	7,69 %	45,95 %	10,81 %	0 %	0 %
	ramassées	45,93 %	0 %	40 %	0 %	38,46 %	3,85 %	0 %	0 %
01 avril 99	cueillies	76,99 %	0,76 %	43,90 %	29,27 %	51,22 %	2,44 %	0 %	0 %
	ramassées	63,94 %	8,20 %	71,43 %	14,28 %	20 %	20 %	0 %	0 %
15 mai 99	cueillies	68,83 %	0,52 %	20 %	20 %	0 %	25 %	-	-
	ramassées	52,38 %	4,76 %	38,46 %	34,61 %	-	-	-	-
01 juil 99	cueillies	-	-	7,14 %	0 %	-	-	-	-
	ramassées	-	-	-	-	-	-	-	-
16 août 99	cueillies	-	-	0 %	50 %	-	-	-	-
	ramassées	-	-	-	-	-	-	-	-
01 oct 99	cueillies	-	-	0 %	42,86 %	-	-	-	-
	ramassées	-	-	-	-	-	-	-	-
Moyenne		48,67 ^a %	10,23 ^{cd} %	30,18 ^{ab} %	29,52 ^{ab} %	28,55 ^{abc} %	19,36 ^{bcd} %	6,10 ^d %	8,24 ^d %

Tableau 11 : Pourcentage d'œufs de *C. serratus* parasités par *Uscana caryedoni* en fonction de la localisation des gousses, $p < 0,01$

	Gousses cueillies	Gousses ramassées
<i>Bauhinia reticulata</i>	54,7 ^a %	42,1 ^a %
<i>Bauhinia rufescens</i>	28,2 ^{ab} %	40,1 ^a %
<i>Cassia sieberiana</i>	32,1 ^{ab} %	23,8 ^{abc} %
<i>Tamarindus indica</i>	8,7 ^{bc} %	3,5 ^c %

II-1- 2- 3- 2- La mortalité larvo-nymphale

Le suivi quotidien des échantillons de notre zone d'étude, Keur Baka, ainsi que les échantillons récoltés dans les différentes localités du pays et plus particulièrement dans la région du fleuve nous ont permis d'identifier un certain nombre de parasites des stades larvaire et nymphal. Une quantification précise de ces derniers a été faite pour les échantillons de Keur Baka. Il faut rappeler que le phénomène de parasitisme chez la bruche de l'arachide n'a pas encore été étudié à notre connaissance sur les hôtes sauvages du ravageur. Les rares travaux effectués au laboratoire dans ce domaine se rapportent exclusivement à l'arachide et concernent des parasites du stade œuf. C'est pourquoi en plus de l'estimation de leur impact en milieu naturel sur *C. serratus*, nous avons procédé à une étude de la biologie de *Platyspathius pictipennis* qui a été le plus fréquent dans nos récoltes pour une meilleure compréhension de son cycle et de ses conditions de développement. Les tableaux 12 et 13 résument l'ensemble des données obtenues à Keur Baka et dans les autres localités .

Tableau 12 : Emergence de parasites de *Caryedon sp* sur les gousses échantillonnées à Keur Baka

- Plath.= *Platyspathius pictipennis* ; Ent. = *Entedon omnivorus* ; Din = *Dinarmus sp*

* : Présence d'un hyperparasite (*Eurytoma sp*)

Hôtes : nombre de larves de bruches ayant hébergé les parasites

Dates	Gousses	<i>Bauhinia reticulata</i>		<i>Bauhinia rufescens</i>		<i>Tamarindus indica</i>	
		Hôtes	Adultes	Hôtes	Adultes	Hôtes	Adultes
30 dec 97	cueillies			1	3 Plath.		
	ramassées						
17 fev 98	cueillies	50	113 Plath.				
	ramassées	4	5 Plath.				
01 avril 98	cueillies	123	151Plath.+23 Ent.*	3	4 <i>Bracon</i> +1Plath.		
	ramassées	4	13 Plath.	1	1 Plath.	6	14 <i>Bracon</i>
15 mai 98	cueillies	11	17 Plath+1Ent+9 <i>Bracon</i>	2	4 Plath.	4	6 <i>Bracon</i>
	ramassées			3	10 Plath.		
28 dec 98	cueillies	1	2 <i>Bracon</i>				
	ramassées	3	8 Plath.				
15 fev 99	cueillies	11	24 Plath.				
	ramassées						
01 avril 99	cueillies	13	8 Plath.+5 <i>Bracon</i>				
	ramassées						
17 mai 99	cueillies	7	6Plath.+4 <i>Bracon</i> +1Din.				
	ramassées						
01 oct 99	cueillies			2	1 Plath + 1 Ent.		
	ramassées						

La remarque la plus saillante est l'absence de *C. sieberiana* dans le tableau 12 : aucune émergence de parasites des larves de *C. serratus* inféodées à cette plante hôte n'a été observée.

B. reticulata est la plante hôte de *C. serratus* chez laquelle on observe le plus grand nombre d'émergences de parasites tant en nombre qu'en diversité, avec cependant une prédominance de *Platyspathius pictipennis*. Il est sorti au total 319 *P. pictipennis*, 24 *Entedon sp*, 16 *Bracon sp* et 1 *Dinarmus sp* des graines collectées dans les gousses cueillies alors que sur celles ramassées seuls 24 *P. pictipennis* furent dénombrés. D'autre part, on peut noter qu'il existe une forte concentration dans le temps et dans l'espace des émergences : l'essentiel de ces parasites est sorti entre février et avril 1998. Plus des trois quarts d'entre eux ont émergé des larves provenant du pied P2.

Sur *B. rufescens*, le nombre de *P. pictipennis* émergés est de 9 sur gousses cueillies contre 11 sur gousses ramassées. Seuls 4 *Bracon sp* furent répertoriés sur gousses cueillies alors que le seul spécimen d'*E. omnivorus* n'a été rencontré qu'au dernier échantillonnage.

Sur *T. indica* un seul type de parasite s'est développé sur les larves de *C. serratus* (puisque *C. crampeli* n'a pas été rencontré sur cet arbre) en l'occurrence *Bracon sp* dont 14 spécimens sont sortis des gousses cueillies et 6 sur gousses ramassées. Les sorties concernent seulement les échantillonnages d'avril et de mai 1998.

En conclusion, on peut retenir, outre l'absence de parasites de larves chez *C. sieberiana*, que le tamarin n'a hébergé qu'un seul type de parasite : *Bracon sp*. Cette espèce se développe aussi sur *B. rufescens* et *B. reticulata*. Ces deux dernières plantes reçoivent quant à elles à peu près les mêmes types de parasites, excepté la présence de *Dinarmus sp* sur *B. reticulata*. Un seul hyperparasite de *Bracon sp* a été rencontré au cours de cette étude : *Eurytoma sp.* sur graines de *B. reticulata*.

Le tableau 13 donne les résultats issus d'une collecte ponctuelle d'échantillons à la différence du tableau 12 où le suivi est ininterrompu à Keur Baka. Il montre que le parasitisme des larves de *Caryedon* est un phénomène inconstant. Les taux sont très variables au sein d'une même espèce végétale hôte ; cette variabilité concerne autant la localité considérée que la période d'échantillonnage. Ces disparités se retrouvent aussi entre les différentes plantes hôtes de *C. serratus*.

Sur *C. sieberiana* les échantillonnages effectués dans différentes localités n'ont pas permis d'observer l'existence de parasites sur les larves de bruches qui se nourrissent de cette plante. Les taux de parasitisme les plus élevés ont été observés sur *B. rufescens*. Le maximum observé est obtenu au mois de décembre 1998 à Ndiakhaye. Au cours de ce mois, les taux ont varié entre 4,4 et 35,9 %. A Kas Kas, *B. rufescens* a hébergé très peu de parasites en mars et en juin. Les taux obtenus sont soit nul soit inférieur à 1%.

Sur *B. reticulata*, en mars, des 14 échantillons récoltés (gousses cueillies et ramassées), un seul en a donné des parasites (8 graines parasités sur 114, soit 7 %). Le taux

moyen est de 1,95 %. Au mois de juin, deux pieds sur cinq ont fourni des pourcentages de parasitisme très faibles, évalués à 0,5 et 1,2 %, soit une moyenne de 0,28 %.

Au point de vue de l'identité des parasites, il n'y a pas non plus une uniformité au niveau des émergences. Au mois de décembre 1998, à Ndiakhaye, il est sorti des centaines d'*E. omnivorus* et 4 spécimens de *A. caryedophagus*. A Gaya et à Mbane seuls des *Entedon omnivorus* sont sortis des différentes graines bruchées. En mars 1999, à Kas Kas, il n'est sorti que des *Bracon sp* sur un des pieds de *B. reticulata* échantillonnés. En juin, en plus des *Bracon* sortis de *B. reticulata*, il est aussi apparu des *P. pictipennis* sur deux pieds de *B. rufescens*.

Tableau 13 : Evaluation du parasitisme de *C. serratus* dans d'autres localités du Sénégal
 Les cellules vides correspondent à un manque d'échantillons

DATE	LOCALITES	<i>B. rufescens</i>			<i>B. reticulata</i>			<i>C. sieberiana</i>		
		Graines infestées	Graines avec parasite	Taux de parasitisme	Graines infestées	Graines avec parasite	Taux de parasitisme	Graines infestées	Graines avec parasite	Taux de parasitisme
03-08/12/99	Ndiakhaye	357	128	35,9%						
	Mbane	69	8	12%						
	Kas Kas	113	5	4,4%						
	Gaya	21	7	33,3%						
13-22/02/99	Koussanar							12	0	0%
	Tomboronkoto							24	0	0%
	Mako				35	0	0%			
	Hamdallaï Diapaldi							26	0	0%
	Dialo Koto							21	0	0%
	Kolda							15	0	0%
	Koukané							9	0	0%
	Niénénéki							75	0	0%
	Malem Katy	48			16	0	0%			
18-22/03/99	Kas Kas		0	0%	409	8	1,95%			
09-12/06/99	Kas Kas	1301	7	0,54%	4320	12	0,28%			

II-1- 2- 3- 3- Etude particulière de *Platyspathius sp* au laboratoire

Le tableau ci-dessous exprime les résultats d'une expérience menée sur graines d'arachide.

Tableau 14 : Durée de développement de *P. pictipennis* élevé sur une souche de *C. serratus* inféodée à l'arachide

Date de ponte	Date d'émerg.	N. d'individus	Durée ponte-émerg.	Moyenne des températures min.et max. quotidiennes
16-20 avril 1999	17 mai	1m 5f	27-31 jours	23°8-25°6 C
18-19 mai 1999	7 juin	1f	19-20 jours	27°36-29°3 C
19-24 mai 1999	10 juin	2m 7f	17-22 jours	27°8-29°8 C
19-24 mai 1999	12 juin	3m 10f	19-24 jours	27°8-29°8 C
11-14 juin 1999	30 juin	1m 4f	16-19 jours	28°6-30°4 C
11-14 juin 1999	1 juillet	1m 3f	17-20 jours	28°6-30°4 C
15-17 juin 1999	5 juillet	2m 2f	17-20 jours	28°7-30°4 C

Le sex-ratio est de 10 mâles pour 32 femelles. Les adultes de *P. pictipennis* (figure 19) émergent avant les adultes de *C. serratus* qui ont échappé au parasitisme lorsque les hôtes offerts étaient des larves jeunes (troisième stade, début du quatrième stade), en même temps que les *Caryedon* ou après eux lorsqu'il s'agissait de larves ayant déjà tissé leur cocon (Tableau 15).

Tableau 15 : Stades de *C. serratus* réceptifs et taux de parasitisme

Date de ponte	Stades de <i>C. serratus</i> offerts au parasite			Résultats obtenus				Taux de parasitisme
	L3	L4	cocons néoformés	Parasites (larves)	Parasites (adultes)	C. s. tué, larve parasitée morte	C. s. non parasitée	
16-20/4		78	.	6 sur 2 C. s	6	10	66	2,6%
18-19/5			22	2 sur 2 C. s.	1	2	20	9,1%
19-24/5	16	0	0	15 sur 8 C. s.	9	2	8	50,0%
19-24/5	0	25	0	20 sur 10 C. s.	11	3	15	40,0%
11-14/6	0	0	33	11 sur 4 C. s.	9	2	29	12,1%

Les taux de parasitisme les plus élevés sont obtenus avec des larves des troisième et quatrième stades avant tissage du cocon. Ces deux stades (y compris le stade de la prénymphe), semblent être les seuls susceptibles de permettre le développement du parasitoïde. La ponte sur nymphe néoformée provoque dans tous les cas la mort de la larve du parasitoïde, probablement en raison de la sclérotinisation progressive du tégument de l'hôte. Dans tous les cas observés, la nymphe déformée du *Caryedon* ne parvient pas à produire un adulte viable.

Une expérience complémentaire utilisant des gousses montre que le parasitoïde est capable d'atteindre des larves à l'intérieur de la coque, quoique avec un succès apparemment moindre : 28 coques bigraines infestées par des L3 et des L4, ont produit 4 adultes (2 larves parasitées sur 35 soit, 5,7% de parasitisme). Le nombre de *Platyspathius* adultes issus d'une seule larve de *C. serratus* varie de 1 à 5. La moyenne s'établit à 2,08.

II-1- 2- 3- 4- Remarques sur *Entedon omnivorus* (figure 20)

Entedon omnivorus est probablement un parasite de larves de quatrième stade de *C. serratus*. Des dissections de graines de *B. rufescens* bruchées ont montré plusieurs spécimens de ce parasitoïde et des L4 de *C. serratus* mortes (consommées) avec leurs capsules céphaliques non ouvertes. Cela est la preuve que les *E. omnivorus* se sont développés au dépend de ces larves de bruches. En effet, les L4 n'ont pas réussi à se développer jusqu'au stade nymphal, ce qui aurait ouvert les capsules céphaliques des deux côtés. D'autre part, dans beaucoup de graines, il n'y a eu que le trou d'entrée de la larve de premier stade (L1) alors qu'après dissection il a été dénombré des dizaines d'*E. omnivorus*. On a pu dénombrer à l'intérieur d'une graine de *B. rufescens* un effectif de 35 individus. Selon Rasplus (1988), une graine peut permettre le développement de 30 à 50 individus. Dans bien des cas, les parasites meurent à l'intérieur des graines parce qu'ils sont incapables de percer leur tégument. En fait, ils grignotent partiellement la cuticule, ce qui se traduit par une sorte d'excroissance plus claire que le reste de la graine.

II-1-2-4- Piégeage d'adultes de *C. serratus*

L'installation des pièges sur les arbres hôtes de *C. serratus* s'est faite de manière un peu tardive, c'est à dire au quatrième échantillonnage (avril 1998). Les piégeages effectués jusqu'en octobre 1999 ont permis la capture de beaucoup d'espèces d'insectes avec cependant une très faible proportion de *Caryedon* (Tableau 16).

Sur deux plantes hôtes de la bruche de l'arachide, à savoir *T. indica* et les greniers d'*A. hypogaea*, il n'a jamais été piégé d'adultes du ravageur au cours de cette étude. Au total 22 spécimens de *Caryedon* furent capturés dont 20 *C. serratus* et 2 *C. pallidus*. La plus grande partie de cet effectif, soit 14 *C. serratus* est issue des pièges accrochés sur *B. rufescens* contre 6 sur *B. reticulata* et 2 sur *C. sieberiana*. Les deux *C. pallidus* proviennent de *C. sieberiana* et de *B. reticulata*.

On peut constater que la moitié des *C. serratus* capturés l'ont été au mois de novembre tandis que les piégeages d'août et octobre 1999 ont été infructueux.

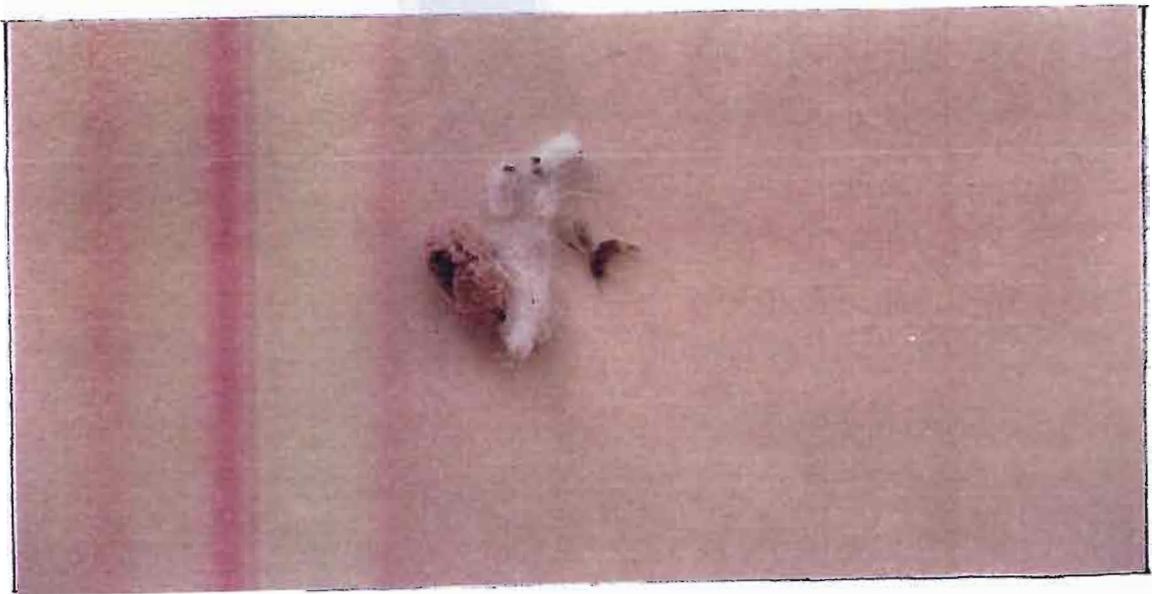


Figure 19 : *Platyspathus pictiventris*. (a) : adulte émergé d'un cocon de *C. serratus* ; (b) : cocon sur arachide



Figure 20 : Graines de *Bulbinia rufescens* hébergeant plusieurs *Entedon omnivorus*

Tableau 16 : Nombre de *Caryedon* sp. capturés au cours des piégeages à Keur Baka, 1998-99
 Ba 1, 2 : Pied de *B. reticulata* 1, 2 T 1,2 : Pied de *T. indica* 1, 2 Bs : Pied de *B. rufescens*
 C1, 3 : Pied de *C. sieberiana* 1, 2 A 1, 2 : Greniers d'arachide 1,2

	<i>B. reticulata</i>		<i>C. sieberiana</i>		<i>T. indica</i>		<i>A. hypogaea</i>		<i>B. rufescens</i>
	P 1	P2	C 1	C 2	T 1	T 2	A 1	A 2	B
01 avril 98	1 <i>C. serratus</i>	1 <i>C. serratus</i>							
15 mai 98									3 <i>C. serratus</i>
01 juil 98			2 <i>C. serratus</i>						
14 août 98			1 <i>C. pallidus</i>						
01 oct 98									
16 nov 98		2 <i>C. serratus</i>							9 <i>C. serratus</i>
28 dec 98									1 <i>C. serratus</i>
15 fév 99									
01 avril 99	1 <i>C. serratus</i>	1 <i>C. pallidus</i>							
17 mai 99	1 <i>C. serratus</i>								1 <i>C. serratus</i>
01 juil 99									
16 août 99									
01 oct 99									

II- 1- 3- Etude de la présence de *C. serratus* dans d'autres régions du pays

II- 1-3-1- Vallée du fleuve sénégal

II-1-3-1-1- Hôtes sauvages

Les différentes visites effectuées dans la vallée du fleuve nous ont permis de repérer deux des plantes hôtes de *C. serratus*, à savoir *B. rufescens* et *B. reticulata*. L'échelonnement des échantillonnages au cours du temps a permis de récolter les gousses de ces deux essences. Les taux d'infestation de celles-ci par *C. serratus* principalement varient selon la plante considérée et selon la période de l'année (Tableau 17).

En ce qui concerne *B. rufescens*, il y a eu des gousses mûres en décembre avec un faible taux d'infestation (6%) à Kas Kas contre 27,3% à Gaya. Les taux d'attaque relevés lors des autres échantillonnages ont varié entre 28,2 et 45%. Le taux d'infestation moyen est de 24,3 % pour cette essence.

Les pieds de *B. reticulata* n'avaient pas de gousses mûres en décembre. Les échantillonnages effectués en mars et en juin 1999 ont donné des taux d'attaque très

différents. En effet, en mars, les taux sont restés très faibles, compris entre 0 et 4,2% avec une moyenne de 1,8 %. Cependant au mois de juin, l'activité des *Caryedon* et principalement *C. serratus* a eu beaucoup plus d'impact. L'infestation atteint des pourcentages allant de 20 à 48,3 % avec une moyenne de 38 %.

Il est à signaler qu'à l'entrée du village de Gaya un pied de *B. reticulata* avait sous sa canopée deux fragments de gousses. Leur examen a montré des dizaines d'œufs de *C. serratus* et de *C. crampeli* avec une nette prédominance de *C. crampeli*. Cependant, l'ouverture de ces fragments et la décomposition du peu de graines restantes (actions des termites) nous a empêché d'estimer convenablement les attaques de ces deux bruches.

Il est important de remarquer qu'en juin les taux d'infestation obtenus, respectivement 39,4 % chez *B. rufescens* et 37,7 % chez *B. reticulata* sont du même ordre de grandeur alors que plus tôt, en mars, *B. rufescens* présentait des taux d'attaque 20 fois supérieurs (38 contre 1,8 %).

En ce qui concerne l'identité des bruches, ce sont principalement des *C. serratus* qui ont émergé de ces gousses. Seuls deux échantillons de *B. reticulata* ramassés (n° 6 et 9) ont donné respectivement 4 et 1 *C. crampeli*.

Tableau 17 : Infestation de plantes hôtes de *C. serratus* à Kas Kas dans la vallée du fleuve Sénégal

Dates	Localités	<i>B. rufescens</i>	<i>B. reticulata</i>	
		% d'infestation Gousses cueillies	% d'infestation Gousses cueillies	% d'infestation Gousses ramassées
03-08/12/1998	Kas Kas	6	-	
18-22/03/1999	Kas Kas	6,63	1,73	1,95
09-12/06/1999	Kas Kas	39,4	37,7	-
Moyenne		17,34	19,8	1,95

II-1-3-1-2- Arachide irriguée

Plusieurs prélèvements d'échantillons d'arachide irriguée ont été effectués dans la vallée du fleuve Sénégal au cours des différentes prospections.

L'unique échantillon de Gaya a été obtenu du 05/12/98. Il s'agissait d'arachide fraîchement récoltée. Le suivi de ce dernier au laboratoire après égoussage n'a révélé aucune infestation. A cette date, nous avons pu également obtenir à Kas Kas, un échantillon vieux d'une année, et qui comme celui de Gaya, était indemne de toute attaque de bruches.

Deux variétés ont été identifiées à Kas Kas : la variété Fleur 11 et une autre qui n'a pas été nommée et qu'on a appelé 2^{ème} variété. Mais, c'est la Fleur 11 qui est la plus répandue dans cette zone.

Du 18 au 22/03/99 nous avons collecté plusieurs échantillons aussi bien de Fleur 11 que de la 2^{ème} variété. Un des échantillons de Fleur 11 a environ 4 mois et les deux autres datent de moins de trois semaines. Ces derniers ont été récoltés en même temps que deux échantillons de la 2^{ème} variété. Après leur mise en sac et leur étiquetage, nous avons prélevé dans chaque cas une dizaine de kilogrammes pour suivre l'infestation au laboratoire. Le reste a été laissé à Kas Kas dans un magasin servant de grenier.

Après un séjour de 3 mois au laboratoire, aucun *C. serratus* n'est sorti des lots énumérés ci-dessus.

L'échantillonnage du 09 au 12/06/99 a permis d'estimer l'infestation des stocks résiduels de mars 1999. En outre nous avons effectué une expérience consistant à exposer de l'arachide sous les plantes hôtes de *C. serratus*. Plusieurs tas ont été constitués selon la variété et selon que l'hôte sauvage porte ou non des gousses :

- Variété Fleur 11 ayant séjourné de juin à septembre dans le magasin, puis exposée (en plusieurs tas) sous trois *B. reticulata* ne portant plus de gousses.
- Variété Fleur 11 ayant séjourné de juin à septembre dans le magasin, puis exposée (en plusieurs tas) sous deux *B. reticulata* portant encore des gousses.
- 2^{ème} variété ayant séjourné de juin à septembre dans le magasin, puis exposée (en plusieurs tas) sous deux *B. reticulata* ne portant plus de gousses.
- 2^{ème} variété ayant séjourné de juin à septembre dans le magasin, puis exposée (en plusieurs tas) sous deux *B. reticulata* portant encore des gousses.
- 2^{ème} variété ayant séjourné de juin à septembre dans le magasin, puis exposée (en plusieurs tas) sous deux *B. rufescens* portant des gousses.
- Variété Fleur 11 ayant séjourné de juin à septembre dans le magasin, puis exposée (en plusieurs tas) sous deux *B. rufescens* portant des gousses.

Le temps de séjour de ces différentes catégories d'arachide sous les arbres a duré dans tous les cas deux jours successifs. Au bout de celui, l'ensemble des échantillons fut ramené au laboratoire et mis en quarantaine pour suivre l'évolution de infestation.

Après trois mois, on n'a noté aucune trace d'infestation par la bruche de l'arachide pour l'ensemble des échantillons. Ces échantillons sont gardés au congélateur à -18° C et les expositions d'arachide sont refaites du 6 au 13 mars 2000. A cette époque tous les pieds de *B. rufescens* et de *B. reticulata* choisis portaient des gousses mûres. Là aussi, après quatre mois, l'infestation s'est révélée nulle.

Par la suite nous nous sommes intéressés à une éventuelle résistance de ces variétés à la bruche. Pour ce faire les variétés Fleur 11 et 2^{ème} variété ainsi que celle cultivée à Keur Baka (73-33) ont été testées concomitamment dans des cages. Vingt cinq couples de *C.*

serratus sont formés et mis en présence de 10 graines de chacune de ces variétés. Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

Tableau 18 : Nombre moyen d'œufs émis par 25 femelles de la souche Kas Kas sur 3 variétés d'arachide, $p < 0,001$

	Fleur 11	2 ^{ème} Variété	73-33
moyenne	4,56 ^a	1,88 ^a	0 ^a

Comme l'atteste le tableau 18 ci-dessus, les pontes sont peu nombreuses. La plupart des femelles n'ont pas pondu. Aucun œuf n'a été déposé sur la variété récoltée dans la région de Kaolack (73-33). La faiblesse du niveau des pontes a fait que le test n'a pas pu déceler de différences entre variétés.

II-1-3-2- Autres localités

Des échantillonnages ont été effectués dans les régions de Louga, Kaolack, Kolda et Tambacounda. Nous avons observé une prédominance de *C. sieberiana* à Kolda et Tambacounda, de *B. rufescens* à Louga et de *B. reticulata* à Kaolack. Les gousses de *T. indica* échantillonnées sont pourries avant leur observation au laboratoire (Tableau 19).

B. rufescens a enregistré les taux d'infestation les plus élevés, soit 11,2 et 29 % respectivement pour Mbane et Ndiakhaye. Le taux moyen est de 23,1 %.

D'une manière générale, au mois de mars 1999, les *B. reticulata* et *C. sieberiana* étaient peu affectés par les *Caryedon*. En fait, en moyenne, les taux d'attaque de ces plantes hôtes sont les mêmes, soit environ 2 %. Ils varient de 0,9 à 3,8 % pour *B. reticulata* et de 0 à 4,7 % pour *C. sieberiana*.

Tableau 19 : Etude de l'infestation de plantes hôtes de *C. serratus* dans les régions de Louga, Tambacounda et Kolda.

G : Nombre de gousses Gr. : nombre de graines A. : Nombre d'adultes

© : gousses cueillies ® : gousses ramassées

		<i>B. rufescens</i>					<i>B. reticulata</i>					<i>C. sieberiana</i>				
		G.	Gr.	Grain avec <i>Caryedon</i>	A.	Taux d'infestation	G.	Gr.	Grain avec <i>Caryedon</i>	A.	Taux d'infestation	G.	Gr.	Grain avec <i>Caryedon</i>	A.	Taux d'infestation
03-08/12/98	Mbane ©	141	663	74	28	11,2%										
	Ndiakhaye ©	287	1364	395	134	29%										
13-22/02/99	Dialo Koto ©											16	997	21	10	2,1%
	Hamdallaï Diapaldi											19	1127	26	12	2,3%
	Kolda ®											16	957	16	7	1,7%
	Kouankané ©											16	1018	9	0	0,9%
	Koussanar ©											17	853	12	0	0%
	Malem Katy ©						39	1461	16	7	1,1%					
	Mako ©						24	918	35	21	3,8%					
	Niénénéki ©											23	1546	32	14	2,1%
	Niénénéki ®											22	1131	53	19	4,7%
	Tomboronkoto ©											20	1291	24	12	1,9%

II-1-4- Capacité de survie de *C. serratus* à l'intersaison (juillet-octobre)

Les résultats exprimés dans le tableau 20 révèlent fondamentalement trois aspects relatifs à la longévité, à la capacité de ponte et de l'évolution des larves de *C. serratus*.

D'une manière générale, la longévité des adultes est très variable. Cependant, il semblerait que l'absence de substrat de ponte accroisse cette dernière, qui peut dépasser trois mois. Il est nécessaire de souligner que les derniers individus ont été victimes d'attaques d'acariens qui ont certainement raccourci leur vie.

Bien qu'il puisse y avoir une accumulation d'œufs sur les graines, une seule larve s'est développée au maximum sur chacune d'elle car sur les 50 graines de départ, il y a eu à chaque fois au maximum 50 trous de sortie.

Les femelles sont capables de retenir en absence de substrat adéquat de ponte au moins une partie de leur production ovarienne pendant trois mois. D'autre part, la réduction du nombre d'orifices de L4 dans les graines au cours du temps met en lumière le caractère temporel de cette faculté de conservation des ovocytes.

raie

Tableau 20 : Aptitude de rétention des œufs en absence de substrats de ponte et longévité des adultes chez *C. serratus*

Boîte n°	Début de l'expérience	Date d'introduction des graines	Première mortalité	Dernière mortalité	Longévité minimale en jours	Longévité maximale en jours	Nombre d'orifices de L4
1	12/07	22/07	30/07	01/10	18	81	50
2	12/07	01/08	31/07	24/09	19	74	50
3	12/07	11/08	24/08	02/10	43	82	50
4	12/07	21/08	06/08	26/09	25	76	50
6	12/07	31/08	10/09	06/10	60	86	50
7	12/07	10/09	17/08	05/10	36	85	22
8	12/07	20/09	27/09	09/10	77	89	18
9	12/07	30/09	31/09	17/10	78	97	24
10	12/07	10/10	28/09	16/10	76	96	7

II-1-5- Rôle de *C. crampeli* dans la dynamique des populations de *C. serratus* à Keur Baka de novembre 1997 à octobre 1999

II-1-5- 1- Evolution des populations de *C. crampeli* sur gousses de *B. reticulata*

Gousses cueillies (figure 21)

L'infestation de ces gousses fait ressortir deux périodes de ponte majeures au cours de la première campagne. L'une se situe en novembre 97 (79 oeufs pour 100 gousses), en début de saison sèche, et l'autre au mois d'août 98 (42), en plein hivernage. Le niveau général des pontes est donc très bas, il n'atteint pas une densité d'un œuf par gousse. De surcroît, le dépôt des œufs est irrégulier au cours du temps. Aucun œuf n'est pondu pendant la deuxième campagne.

De novembre 97 à juillet 98, les nombres d'œufs parasités et surtout consommés ont considérablement réduit celui des œufs éclos. Ce n'est qu'en août 98 que ce dernier a une certaine importance avec autant de ponte que d'éclosion (42). Les émergences d'adultes en 97 très faibles (moins de 4 adultes) ne sont réapparues qu'en août 98 mais dans des proportions six fois plus importantes (25 adultes).

Gousses ramassées (figure 22)

Les gousses ramassées ont reçu des quantités d'œufs presque dix fois supérieures aux gousses cueillies. En outre, la ponte a duré tant que le substrat était disponible avec toutefois des effectifs plus élevés lors de la deuxième campagne. Trois périodes de pontes maximales situées en début (novembre) et en fin de saison sèche, avril puis en mai, se dégagent.

Lors de la première campagne, le rythme de ponte est ralenti de novembre 97 (208) à février 98 (8). C'est entre ce dernier mois et mai 98 que les gousses ont reçu beaucoup d'œufs. Il est à signaler que le nombre d'œufs éclos, plus faible au départ, représente l'essentiel des pontes par la suite. Cela a maintenu à un bas niveau les œufs consommés et parasités (en mai, 122 œufs éclos contre 2,5 consommés et 36 parasités).

Le nombre d'adultes émergés, insignifiant lors des deux premiers échantillonnages, est nul par la suite. De juillet à octobre, il n'y a pas eu de récolte d'échantillons. Pendant la deuxième campagne, les pontes sont restées très faibles de novembre 98 à février 99 avec respectivement 25 et 10 oeufs. C'est par la suite qu'il y a eu une hausse graduelle du nombre d'œufs pondus avec presque autant d'œufs éclos (72), consommés (71) et parasités (65) en avril. En mai le nombre d'œufs éclos (338) représentait la moitié des pontes (662). Cependant, malgré l'importance des œufs éclos, les adultes émergés ont été rares tout au long de la deuxième campagne, l'effectif le plus élevé (noté en mai) n'atteint pas 5 adultes.

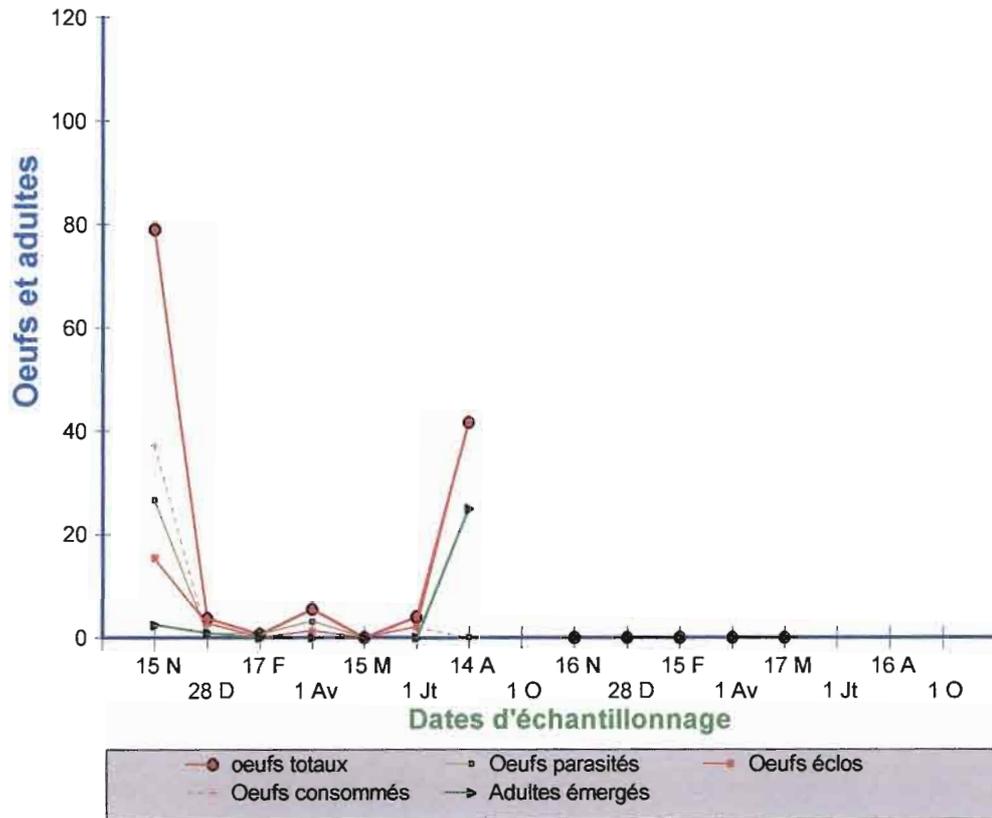


Figure 21: Evolution des populations de *C. crampeli* sur gosses de *B. reticulata* cueillies de novembre 1997 à octobre 1999

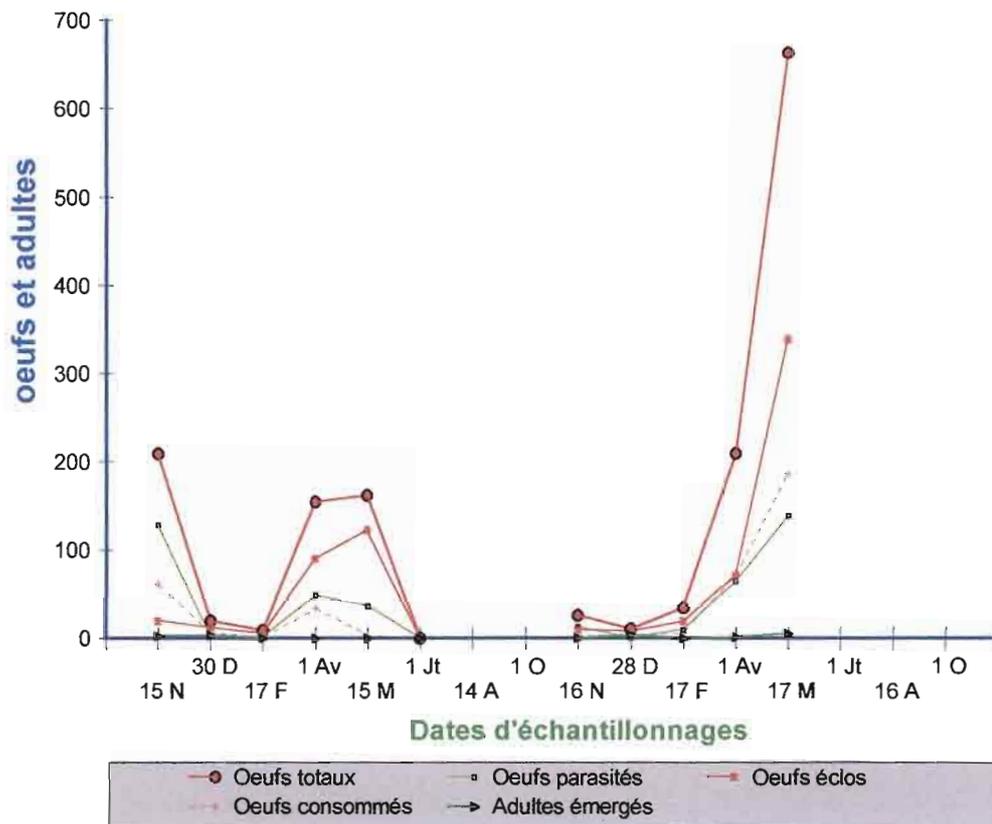


Figure 22 : Evolution des populations de *C. crampeli* sur gosses de *B. reticulata* ramassées de novembre 1997 à octobre 1999

II-1-5- 2- Evolution des populations de *C. crampeli* sur gousses de *C. sieberiana*

Gousses cueillies (figure 23)

Les femelles déposent un très faible nombre d'œufs sur les gousses en place dans l'arbre. Il n'y a pas non plus de continuité dans la ponte. Les rares éclosions notées en février (1œuf) et avril 98 (2 œufs) n'ont pas donné d'adultes. Les autres œufs sont parasités, soit 5 au cours des mois d'avril 98 et 99.

Gousses ramassées (figure 24)

Les effectifs sur ce substrat demeurent très faibles bien qu'ils soient trois fois plus importants que sur gousses cueillies. La totalité des pontes est éclos. Celles-ci sont peu étalées au cours du temps, à savoir de décembre 97 (25 œufs) à février 98 (4,7 œufs) pour la première campagne et en avril 99 pour la seconde (12,5).

Un cinquième des œufs s'est développé jusqu'au stade imaginal en décembre. Notons qu'il n'y a pas eu d'émergence en février, tandis qu'en avril il y a eu autant d'adultes (12,5) que d'œufs éclos.

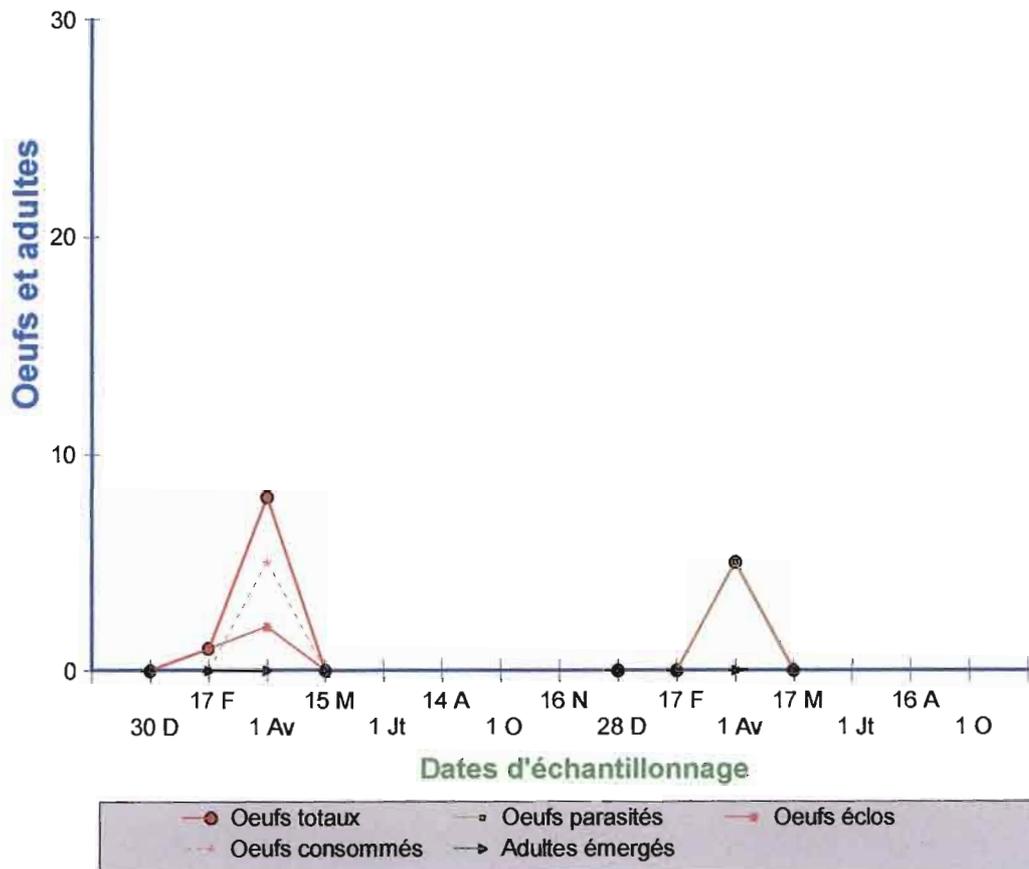


Figure 23: Evolution des populations de *C. crampeli* sur gosses de *C. sieberiana* cueillies de novembre 1997 à octobre 1999

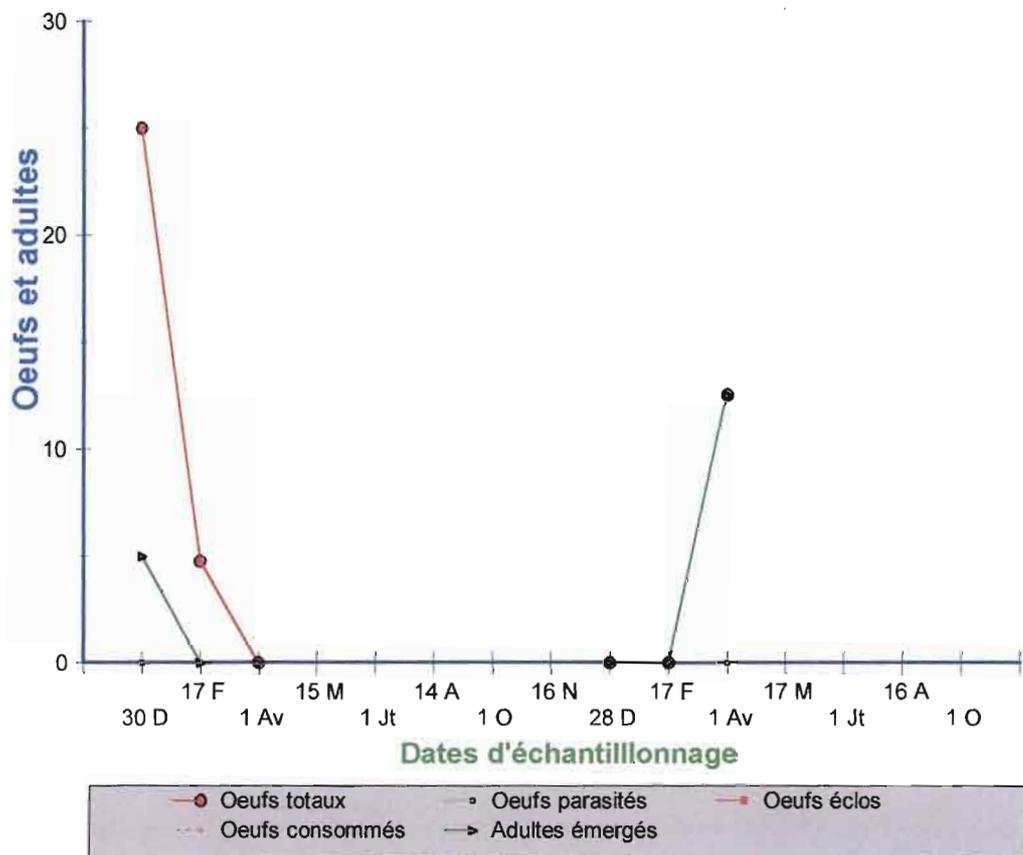


Figure 24: Evolution des populations de *C. crampeli* sur gosses de *C. sieberiana* ramassées de novembre 1997 à octobre 1999

II-1-5-3- Evolution des populations de *C. crampeli* sur gousses de *T. indica* cueillies et ramassées.

C. crampeli n'a pas du tout pondu sur les gousses de cette Caesalpinoideae, qu'elles soient dans l'arbre ou au sol.

II-1-5-4- Evolution des populations de *C. crampeli* sur gousses d'*A. hypogaea*

L'examen des différents échantillons récoltés au cours de cette étude n'ont révélé ni sous forme d'adulte ni sous forme d'œuf la présence de *C. crampeli* sur gousses d'arachide.

II-1-5-5- Evolution des populations de *C. crampeli* sur gousses de *Bauhinia rufescens*

Gousses cueillies (figure 25)

Les pontes de *C. crampeli* sur les pieds de *B. rufescens* sont extrêmement faibles et très éparées au cours du temps. Le maximum est relevé en novembre 97 avec moins de 5 œufs. Mais, certains œufs échappent toujours à la prédation et parviennent à éclore. Les émergences d'adultes ont aussi lieu presque à chaque fois qu'il y a éclosion des oeufs.

Gousses ramassées (figure 26)

Les pontes sur gousses ramassées sont plus de soixante dix fois plus importantes que dans l'arbre. En fait, il y a des pontes tant qu'il y a des gousses. Les premières chutes de gousses (décembre 97) coïncident avec une très grande activité de ponte des femelles (350 œufs). Mais une forte proportion est consommée (218), contre 88 éclos et 44 parasités.

Le niveau général des pontes est stationnaire de février (86) à mai 98 (85,5). Néanmoins ce sont les œufs éclos qui deviennent plus importants au cours de cette période (respectivement 47 et 54) tandis que ceux consommés et parasités ne diffèrent pas trop en proportion. En juillet 98, il y a une nouvelle hausse du nombre d'œufs déposés (144) avec cependant une forte consommation (78). Cela a fait chuter le nombre d'œufs éclos (33,3) qui devient équivalent à celui parasité (32,6).

Peu d'adultes émergent. La seule véritable hausse survient en juillet 98 avec des effectifs trois fois plus importants malgré une tendance à la baisse du nombre d'œufs éclos (29,5 adultes).

La période août-décembre est marquée par une absence totale de ponte. La deuxième campagne révèle une dynamique d'infestation d'un autre type. Les pontes n'apparaissent qu'avec l'échantillonnage de février 99 mais à un très faible niveau (13). Les gousses reçoivent presque les mêmes quantités d'œufs jusqu'en avril. C'est en mai qu'il y a le maximum de pontes (103) d'ou sont émergés 11 adultes.

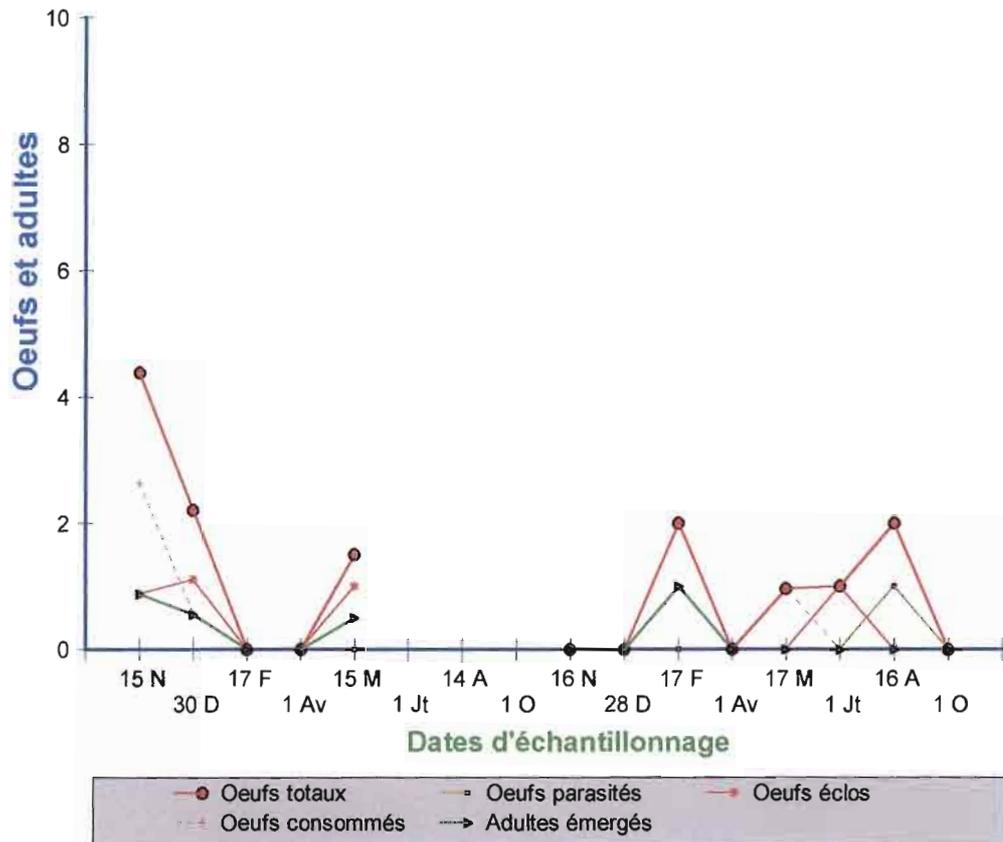


Figure 25: Evolution des populations de *C. crampeli* sur gousses de *B. rufescens* cueillies de novembre 1997 à octobre 1999

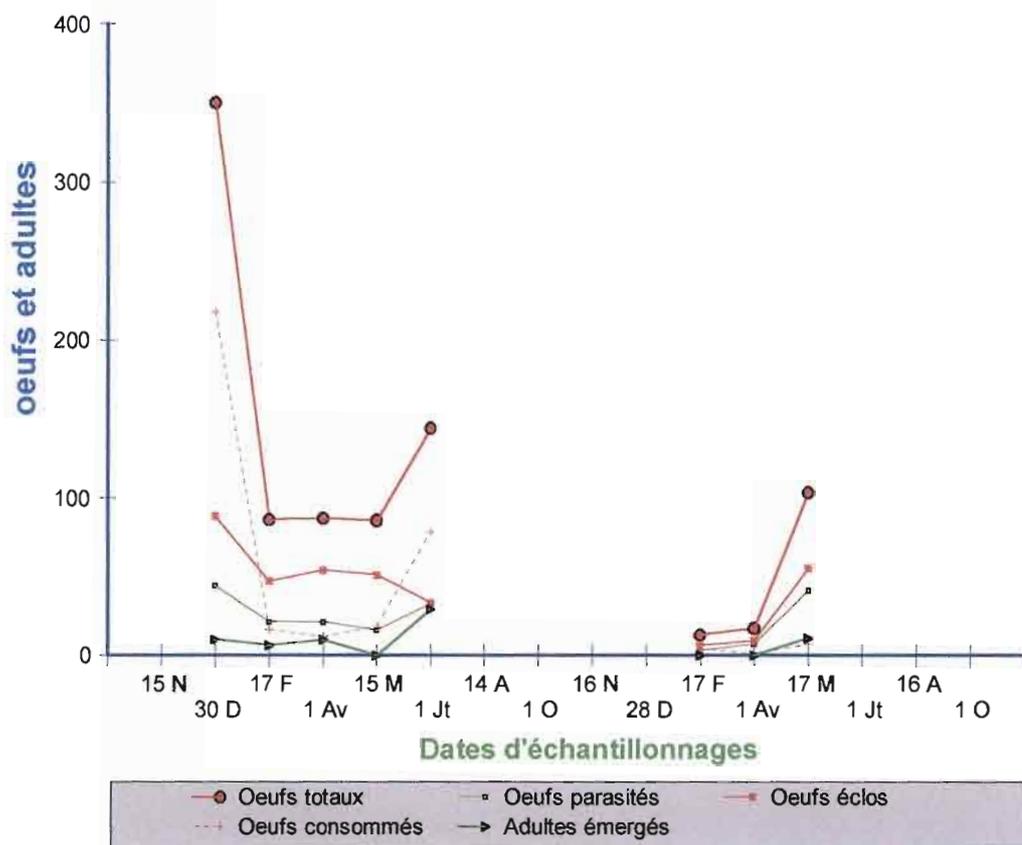


Figure 26: Evolution des populations de *C. crampeli* sur gousses de *B. rufescens* ramassées de novembre 1997 à octobre 1999

III-2- DISCUSSION

III-2-1- Phénologie des plantes hôtes

Dans la nature, *C. serratus* accomplit son développement sur quelques Caesalpinoideae qui jouent par conséquent un rôle important dans le maintien du niveau des populations de cet insecte. Plusieurs auteurs dont Conway (1983) attribuent à ces plantes l'origine de l'infestation de l'arachide nouvellement récoltée. La plupart des plantes hôtes de *C. serratus* (*Bauhinia reticulata*, *Tamarindus indica*, *Cassia sieberiana*) fleurissent une seule fois au cours de l'année. De ce fait, leurs gousses principalement sous l'effet de facteurs climatiques disparaissent dans la plupart des cas avant ou avec l'hivernage. Les facteurs essentiels intervenant à ce niveau sont vraisemblablement le vent et la pluie. La singularité du *B. rufescens* réside dans sa capacité à fleurir et à produire des gousses toute l'année. D'autre part, celles-ci peuvent persister sur l'arbre 10 à 15 mois (Pierre & Huignard, 1990) constituant ainsi une source constante de ressources trophiques pour la bruche.

L'évolution des populations est fortement tributaire de la phénologie des plantes hôtes. Cette phénologie, qui est la manifestation apparente des processus de croissance, de floraison et de fructification (Mapongmetsem *et al.*, 1998), dépend de plusieurs facteurs. Poupon (1980) pense que les fluctuations phénologiques des espèces ligneuses sont le reflet des variations pluviométriques interannuelles. Pour cet auteur, la ~~date de départ de la~~ feuillaison apparaît d'autant plus précoce que l'année reçoit plus de précipitations. La primauté de l'eau est aussi évoquée par Grouzis (1997) pour qui, outre la réserve hydrique du sol, l'état hydrique de la plante joue un rôle prépondérant dans le déterminisme de la phénologie.

Les repousses foliaires et la floraison commencent dès le début de l'hivernage voire un peu avant avec une précocité tantôt chez *C. sieberiana* tantôt chez *T. indica*. Ceci est à l'avenant des propos de Ndiaye (1991), "les repousses foliaires et la floraison semblent liées à la pluviométrie estivale (juin à octobre) et/ou aux signes précurseurs de celles-ci, comme la montée progressive, à partir de la fin avril, du front intertropical (FIT) du Golf de Guinée au sud vers le nord, responsable de l'augmentation de l'humidité relative de l'air, et des pluies de moussons". La chute des gousses résiduelles précède juste le début de la floraison. Un phénomène analogue est noté chez quelques *Acacia* avec un maximum de floraison qui coïncide avec un minimum de feuilles sur l'arbre (Halevy & Orsham, 1973). Il faut toutefois signaler que cette explication n'est pas satisfaisante pour *B. rufescens* où doivent intervenir des mécanismes intrinsèques responsables de la fructification.

Le mûrissement des gousses sauvages hôtes du ravageur se fait uniformément le long de la gousse. Un stade brun à jaune succède au stade vert avant l'assèchement complète de la gousse. Cependant, les gousses de *B. reticulata* ont la particularité de présenter des parties vertes et d'autres asséchées. Dans tous les cas, le pédoncule reste la dernière partie à mûrir (Robert, 1984). Le nombre d'arbres échantillonnés a mis en évidence des différences inter et intraspécifiques quant au nombre de gousses présentes. *B. reticulata* et *T. indica* sont des exemples éloquentes. Non seulement la quantité de gousses varie très largement selon les arbres, mais elle varie aussi selon les années. Cette extrême hétérogénéité du potentiel de fructification est aussi évoquée chez *B. thonningii* d'un pied femelle à l'autre (Gagnepain *et al.*, 1986). Cependant, ils remarquent une relative constance du potentiel reproducteur d'une année à l'autre. De surcroît il n'existe pas de relation directe entre la taille d'un arbre et le nombre de gousses qu'il peut porter. Cela témoigne d'une grande autonomie des différents pieds sous l'influence de conditions climatiques identiques.

D'une manière générale, on peut constater que la production de gousses correspond à la fin de la saison des pluies, et celles-ci persistent pendant toute la saison sèche. Bertiller *et al.* (1991) expliquent l'asynchronisme phénologique entre espèces par leur aptitude différente à exploiter l'eau et les éléments nutritifs du sol.

III-2-2- Evolution de *Caryedon serratus* sur ses hôtes sauvages

L'étude de la dynamique des populations de *C. serratus* dans la nature montre selon l'essence considérée des disparités inhérentes à leur mode de fructification, à la quantité et à la localisation du substrat disponible pour le développement du ravageur. La persistance de la ressource au cours de l'année a également une grande importance. S'il est clair que les gousses sèches sont les plus appropriées au développement des larves de *C. serratus*, des controverses subsistent sur la capacité de celles-ci à se développer normalement sur les gousses vertes. Pierre & Huignard (1990) soutiennent que les femelles ne déposent jamais leurs œufs sur les gousses vertes de *B. rufescens*. Leur choix se porte plutôt sur les gousses sèches et brunes présentes sur l'arbre depuis plusieurs mois. D'après Robert (1984), lorsque les *C. serratus* n'ont dans la nature que des gousses vertes de *B. rufescens* comme substrat, les femelles y pondent leurs œufs mais, dès qu'il apparaît des gousses mûres, elles préfèrent pondre sur ces dernières. Cependant, le fait qu'il ait détaché les gousses des plantes ne lui permettait pas de conclure quant à la possibilité de développement de l'insecte sur ces types de gousses. Gagnepain *et al.* (1986) quant à eux évoquent clairement des pontes de *C. serratus* sur des gousses vertes et turgescentes de *B. thonningii*. Chez *B. atrolineatus*, bien que les femelles puissent pondre sur des gousses de *Vigna unguiculata* à différents stades

de maturation, en situation de choix ce sont les gousses vertes qui sont nettement préférées (Alzouma & Huignard, 1981), contrairement à ce que l'on observe chez *C. serratus*.

L'examen du comportement de *C. serratus* sur ses plantes hôtes naturelles a montré une évolution irrégulière des différents paramètres étudiés, à savoir le nombre total d'œufs, les nombres d'œufs éclos, parasités et morts, et le nombre d'adultes émergés. Les divergences concernent à la fois la période considérée et la plante hôte, plus spécifiquement le pied considéré (Annexe 5). Tout ceci témoigne des capacités d'adaptation de l'espèce *C. serratus* sans compter les possibilités de développement en stock sur arachide. Adaptation qui concerne non seulement l'habitat, mais également la nature biochimique et physiologique des substrats.

C'est sur *Cassia sieberiana* que l'évolution des paramètres est le plus rapide. L'émergence d'adultes de *C. serratus* dès décembre requiert de la part de cet insecte des possibilités de pondre très tôt, sur des gousses qui n'ont pas atteint leur maturité. Cet argument est étayé par le fait que sa durée de développement de l'œuf à l'adulte nécessite pourtant plus d'un mois quelles que soient les conditions thermohygro-métriques. D'autre part, il convient de remarquer que le phénomène est aussi valable pour *C. crampeli* chez qui on a noté l'émergence d'un adulte en décembre 1997 sur gousses ramassées.

Il est à constater que le nombre d'œufs déposés par *C. serratus* sur les gousses de *C. sieberiana* tant cueillies que ramassées est faible par rapport à la quantité de graines que peut compter une gousse de cet arbre. En fait, parmi les différentes plantes hôtes, ce sont les *C. sieberiana* qui ont les gousses les plus pourvues en graines. L'examen des tableaux synoptiques (Annexe 5) est révélateur de ce fait. En décembre 1998, 50 gousses de *C. sieberiana* de 2 pieds ont produit beaucoup plus de graines que 50 gousses de 6 pieds de *B. reticulata*. Ainsi, on peut penser qu'il y a une sous-exploitation des gousses de *C. sieberiana* par *C. serratus*, étant données d'une part les possibilités de développement qui lui sont offertes et d'autre part, la faible quantité d'œufs déposée, et subséquemment d'adultes émergés. Cette spécificité peut donc être à l'origine des différences génétiques relevées par Sembène *et al.*, (1998).

Sur les gousses encore sur l'arbre, on observe une forte consommation des œufs entre février et avril 1998 alors que le phénomène est peu intense à terre. Cela témoigne de l'importance de la localisation des gousses et des préférences écologiques des différents prédateurs oophages.

Sur les gousses prises sous la canopée des *C. sieberiana*, on constate toujours la précocité de l'évolution des différents paramètres. En fait, on observe les maxima d'œufs éclos et d'adultes émergés un mois plutôt par rapport aux gousses cueillies. Cela dépend peut être d'une température plus élevée à terre, ce qui favoriserait un assèchement plus rapide des gousses. De ce fait les femelles auraient tendance à y déposer préférentiellement leurs œufs par rapport à celles qui continuent leur évolution sur l'arbre. Cependant, la faiblesse des émergences d'adultes nous fait penser que certaines larves n'achèvent pas leur cycle suite à une mauvaise qualité des graines détachées prématurément de leur plante hôte. Il se pourrait aussi que d'autres agents non identifiés attaquent les graines à terre et agissent ainsi de manière négative sur la survie des larves.

Les *Tamarindus indica* présentent un cycle végétatif semblable aux *C. sieberiana* dans la zone étudiée. Pourtant à Maradi, au Niger, ce sont les *T. indica* qui sont les dernières à fleurir (Robert, 1984). Les causes de cet asynchronisme peuvent être liées à une différence de cultivars ou de conditions biocénologiques entre nos deux régions.

Comme pour *C. sieberiana*, l'importance des pontes observées au sol dès novembre suppose de la part des femelles pionnières une préférence ou simplement une plus grande accessibilité pour les gousses tombées. L'état physiologique de ces gousses (déshydratation, graines sèches) pourrait être la cause principale de ce choix. Après une importante ponte au mois de novembre, on note une baisse de l'activité reproductive des femelles entre décembre et avril. Celle-ci peut avoir une double explication. Elle peut résulter d'un épuisement progressif des ovocytes des femelles présentes dans l'arbre. Le suivi quotidien des pontes au laboratoire a montré que la plupart des femelles pondaient la majorité de leur production au cours de la première semaine qui suit l'accouplement. Néanmoins certaines le font de façon un peu plus étalée. Dès lors, on comprend que l'ampleur et l'évolution des pontes au début de l'infestation dépendent non seulement de l'effectif des femelles présentes dans l'arbre, mais aussi de leur état physiologique au cours de la maturation des gousses. La baisse de température durant ce temps peut certainement influencer dans l'activité de ponte des femelles.

D'autre part, comme chez *C. sieberiana*, la dynamique d'infestation des gousses de *T. indica* est fortement influencée par la localisation de celles-ci. En effet, cette dynamique n'est comparable pour les gousses cueillies et ramassées que pendant une partie de l'étude, à savoir la période février-août 1998. Au cours de cette année, aussi bien sur gousses cueillies que ramassées, la faiblesse du nombre d'œufs parasités et morts a favorisé une forte éclosion des œufs.

L'émergence des adultes suit la même dynamique que l'éclosion des œufs pour ce qui est des gousses cueillies, avec un maximum en mai (période chaude). Au delà, peu d'adultes émergent, ceci est en adéquation avec la diminution des gousses disponibles sur

les arbres. Sur les gousses ramassées, le maximum d'adultes émergés est obtenu des gousses du 1^{er} échantillonnage de novembre 1997. Cela témoigne des possibilités de ponte sur gousses vertes nécessitant une évolution concomitante des graines et des larves. La diminution graduelle du nombre d'adultes émergés au cours du temps sur ces gousses ramassées semble prouver qu'il y a une dégradation du milieu de vie des larves limitant leur chance d'atteindre le stade imaginal. L'activité des termites peut en être une des causes.

Sur les tamariniers, entre août 1998 et octobre 1999, on n'observe quasiment pas de ponte, suite à une très faible production de ces arbres sans que l'on sache vraiment pourquoi. Pourtant, la pluie lors de ces deux dernières années était plutôt abondante (Annexe 3). Ndiaye (1991) fait état d'une activité permanente des bruches au cours de la saison des pluies où les gousses n'existent pratiquement pas. Cependant, l'absence de capture lors des piégeages effectués sur les tamariniers ne nous permet pas d'apporter une réponse à cette question.

Bauhinia reticulata est probablement la plante la plus appétente pour *C. serratus* au vu du nombre d'œufs qui y est déposé et d'adultes émergés. Cela ne semble pas avoir de rapport direct avec la quantité de graines et par conséquent de substrat trophique que portent les gousses de cet arbre : celles de *C. sieberiana* qui en sont davantage pourvues reçoivent beaucoup moins d'œufs. La plus grande réussite du développement larvaire chez cette plante dépend vraisemblablement d'une meilleure assimilation de la nourriture par les larves et d'une plus grande adaptation plutôt qu'à la quantité de graines. Cela pourrait également être due à une présence peu importante (ou nulle) d'inhibiteurs de croissance ou de composés secondaires toxiques pour les larves. La forme et surtout la texture des gousses de *B. reticulata*, notamment par leur nombreuses fissurations sont déterminantes sur le niveau de ponte des femelles. En effet, c'est dans ces anfractuosités (dues en partie aux chenilles, oiseaux...) que la femelle dépose préférentiellement ses œufs. Les parties lisses n'en reçoivent que très peu. C'est un phénomène qui rend très difficile l'observation des œufs. Cancela Da Fonseca (1964) dit qu'il est à l'origine du faible nombre d'œufs avancé dans la littérature, et aussi dans une large mesure de la variabilité de ces taux. Durant toute la durée de cette expérimentation, on a pu remarquer que presque à chaque fois que la gousse possédait ces fissures, plus de 80 % des œufs y étaient introduits. Cela est possible grâce à l'ovipositeur de la femelle. Nous avons ainsi découvert des agrégats d'œufs de *C. serratus* en paquets de 30 à 40 œufs en moyenne. Ceux-ci étant presque tous parasités hormis quelques uns situés à la base. En Annexe 7 nous avons représenté un exemple de répartition des œufs sur gousses de *B. reticulata* qui se révèle conforme à la loi binomiale, c'est à dire une tendance agrégative. Ce comportement dans la distribution des œufs est sans doute une adaptation de la bruche contre ses prédateurs, principalement *U. caryedoni*. Elle permet ainsi de maximiser les chances de survie des larves. Le phénomène est aussi

connu chez une autre bruche, *C. fasciatum* (Prevett, 1967 b). Au contraire Gagnepain *et al.* (1986) font état d'une distribution relativement régulière des œufs de *C. serratus* sur des gousses de *B. thoningii* encore turgescentes même lorsque l'infestation est très importante. D'après ces mêmes auteurs, il y a quand même une tendance à la constitution de petits agrégats de 2 à 4 œufs quand les gousses commencent à sécher et à présenter des crevasses, la densité des populations augmente au niveau des anfractuosités. *Acanthoscelides obtectus* entasse aussi des dizaines (40 à 50) d'œufs dans une seule gousse ou sous une seule graine à la suite de stimulations mécaniques s'exerçant sur son ovitube (Pouzat, s.d.).

Des pontes sont recensées pratiquement tant qu'il y a des gousses sur ou sous l'arbre. Cependant, l'activité de *C. serratus* est plus intense sur les gousses portées par l'arbre.

La faiblesse des pontes notée au cours des trois premiers mois résulte certainement de la conjonction de deux facteurs : une très faible quantité de femelles pondeuses mais aussi un ralentissement de leur activité suite aux conditions climatiques, thermiques en particulier. Monge *et al.* (1989) font quant à eux état de la sensibilité des premiers stades larvaires chez *B. atrolineatus* aux variations thermiques.

Entre avril et mai 1998, la diminution de la quantité de gousses ramassées s'est traduite par une diminution importante du nombre d'œufs. Cette baisse évoquée est sûrement due à l'action des bœufs, friands de ces fruits, qui ont consommé sélectivement les gousses de *B. reticulata*. Ainsi, nous n'avons pu que glaner les quelques gousses restantes dont la majeure partie n'était constituée que de fragments parfois dépouillés de leur contenu. Ali-Diallo (1991) évoque une possible diminution des pontes par la suite d'une baisse importante de l'humidité de l'air pendant la saison chaude. Mais l'accroissement des pontes sur les gousses cueillies en cette même période témoigne du contraire.

Déjà, en novembre 1997, on a pu observer quelques émergences d'adultes sur les gousses portées par les arbres, et en décembre sur celles ramassées. Ce décalage avec les gousses ramassées est lié au fait que les premières gousses tombées à terre n'ont pas atteint un stade de maturité suffisant. L'avortement des graines ne leur permet pas d'accumuler suffisamment de ressources pour permettre le déroulement complet du cycle de la bruche. Un phénomène analogue s'observe chez *Bruchidius rufimanus*, qui répartit 5,7 % seulement des œufs sur les gousses sans graines (Huignard *et al.*, 1990). Ainsi dans un but d'optimiser leur effort reproducteur les femelles concentrent leur ponte sur les gousses où les larves ont des chances de se développer.

Sur gousses cueillies, l'émergence des adultes atteint des valeurs maximales à un moment où les gousses recevaient de nouvelles pontes, mais on n'observe pas par la suite un nouveau pic d'adultes émergés. Deux facteurs principaux peuvent expliquer le phénomène :

- une importante diminution de la quantité de substrat trophique provoquée par l'établissement et à la prise de nourriture des premières larves qui se sont installées. Cela engendre une compétition intraspécifique dont l'intensité dépend à la fois de la disponibilité en ressources et du nombre de larves néonates. Cette compétition a pour corollaire une forte mortalité larvaire .

- une forte dégradation du milieu de vie par des rejets (exuvies larvaire et nymphale, fécès...) consécutive au passage des premières larves. Cela expliquerait le fait que les adultes n'émergent plus des gousses ramassées alors que les pontes s'élevaient à un niveau sans précédent (juillet 1998). En dehors des raisons évoquées ci-dessus, divers consommateurs des gousses peuvent entraîner un épuisement prématuré de la nourriture, surtout celles tombées. Il faut préciser que cela est néfaste pour une coïncidence ultérieure de la bruche avec les arachides récoltées et à la réinfestation de la production prochaine de ces mêmes arbres.

L'accrochage de 30 gousses de *B. reticulata* gardées au froid (-18° C) pendant plusieurs mois dans le feuillage de deux pieds de ce même arbre pendant une semaine à la mi-novembre 1998, a donné au laboratoire après 45 à 50 jours, 37 adultes de *C. serratus*. Les pontes sur ces gousses coïncident avec le déterrage et le séchage de l'arachide au champ. Cela semble prouver deux choses à la fois. D'une part *B. reticulata* héberge comme *B. rufescens* au moment de la récolte des adultes de *C. serratus*, d'autre part ceux-ci sont sexuellement actifs. Ces résultats corroborent ceux de Sembène (1997). Par contre, ils sont opposés avec l'hypothèse émise par certains auteurs dont Appert (1954) pour qui il y aurait des phénomènes de diapause ou de quiescence reproductive en absence de substrat de reproduction.

En raison de sa capacité à produire des gousses et surtout à les maintenir toute l'année, *B. rufescens* constitue un hôte naturel particulier de la bruche de l'arachide. Ainsi, sur cette plante, la bruche peut se perpétuer sans avoir besoin de recourir à une adaptation quelconque. La dynamique d'infestation du ravageur présente au vu de ces singularités une dysharmonie par rapport aux autres plantes hôtes, surtout en ce qui concerne la période août-octobre.

Sur les gousses cueillies, si on considère une campagne (novembre 1997-octobre 1998), on distingue exactement comme Diallo & Pierre (1990) deux périodes de ponte bien marquées. La première survient en novembre et la deuxième entre mars et mai. Un de leurs points communs est la température particulièrement favorable à la ponte. D'ailleurs, le maximum de ponte est obtenu dès novembre, et ceci pour les deux campagnes. Mais peu d'œufs parviennent à éclore. Ceci résulte fondamentalement d'une mortalité élevée surtout lors de la 2^{ème} campagne. L'autoconsommation des pontes par les adultes (comme au laboratoire), reconnaissable par la fissuration des chorions, reste le paramètre le plus

important dans ce phénomène de mortalité. Cette oophagie des adultes de *C. serratus* semble être un phénomène permanent dont l'importance semble atteindre son paroxysme lors des pontes enregistrées sur les premières gousses formées. Selon Robert (1984) elle est source d'énergie, elle permet d'éviter la déperdition de substances nutritives. Chez le Coléoptère Chrysomelidae *Labidomera clivicollis*, la consommation des œufs par les adultes semble être exclusivement le fait des femelles (Dickinson, 1992). Il pourrait en être de même pour *C. serratus*.

L'évolution de l'infestation des gousses tombées à terre révèle une plus grande uniformité avec des pontes allant crescendo de novembre à mai-juillet. Le niveau général des pontes laisse supposer une activité constante des femelles sous l'arbre. Comme cause, on peut supposer que les larves de 4^{ème} stade nymphosent préférentiellement au sol. Ainsi les adultes qui émergent trouvent in situ un support adéquat, puisque les gousses tombées sont toujours mûres. Ceci est conforme avec l'hypothèse selon laquelle les femelles préféreraient déposer leurs œufs sur les gousses mûres et brunes. Ndiaye & Jarry (1990) avaient souligné l'importance de l'activité de *C. serratus* au sol surtout sous les *B. rufescens* où de nombreuses gousses et graines tapissent le sol d'avril à mai et où 60 à 75 % des graines portent des pontes de cet insecte. Cependant, cela ne doit pas occulter le fait que les gousses peuvent recevoir des pontes sur l'arbre avant de chuter.

La faiblesse des émergences d'adultes par rapport au nombre d'œufs éclos nous fait penser à une compétition interspécifique forte entre les larves de *C. serratus* et les termites notamment avant la taille des branches, taille qui entraîne une forte chute de gousses. L'augmentation soudaine des effectifs d'adultes en juillet résulte vraisemblablement d'un séjour trop bref des gousses à terre avant notre échantillonnage, qui annihilerait les chances d'attaques des autres compétiteurs de *C. serratus*. Il se pourrait aussi que la pluie raccourcisse la vie des nymphes.

La taille des arbres au début de la saison des pluies a entraîné une absence totale de gousses. Néanmoins, l'échantillonnage du *B. rufescens* servant au piégeage a montré que l'activité sexuelle de *C. serratus* n'est pas pour autant absente. En effet, sur 100 gousses échantillonnées en août, 47 d'entre elles ont reçu 103 œufs. Parmi ceux-ci 8 étaient non éclos, soit 7,8 %. Après plus d'un mois, il est sorti 7 adultes de *C. serratus* qui après accouplement ont donné une descendance. Ce pourcentage corrobore l'affirmation de Pierre & Huignard (1990) pour qui il y a moins de 10 % de ponte sur cette essence au cours de l'hivernage malgré la persistance des gousses sur l'arbre. Mais cet échantillonnage ponctuel ne nous renseigne pas sur la quantité effectivement pondue à cette période. On peut néanmoins affirmer qu'au niveau du *B. rufescens*, les pontes de *C. serratus* s'effectuent de manière ininterrompue, même en hivernage, quoi que les taux baissent intensément par rapport à ceux relevés en saison sèche. Cette diminution drastique des pontes toujours évoquée chez *B. rufescens* est imputable à la pluie qui, par ses effets physiques, anéantit une

bonne partie des larves de 4^{ème} stade qui nymphosent dans le sol, presque en surface. C'est pourquoi en hivernage les effectifs d'adultes de *C. serratus* régressent, ce qui explique le faible nombre d'œufs qu'on trouve parfois en début de saison sèche. Le même phénomène de régression des effectifs est relaté chez *B. atrolineatus* (Huignard *et al.*, 1985). Sur gousses cueillies, on peut remarquer cette régression du niveau des adultes entre août et octobre de même qu'entre novembre et février. Cependant, certains insectes sont capables de résister aux effets mécaniques des pluies. D'après Delobel & Lubega (*in* Delobel, 1983) les pluies, mêmes violentes n'affectent pas le taux de survie embryonnaire d'*Atherigona soccata*, la mouche du sorgho. L'asphyxie, l'excès d'humidité, et l'acarien *Pyemotes tritici* sont aussi souvent cités comme des causes potentielles de limitation de l'évolution des cocons de *C. serratus*. Cette décroissance rapide du niveau des populations à diverses périodes de l'année est connue chez d'autres insectes. Harari *et al.* (1997 a, b) relatent le phénomène chez un autre Coléoptère bivoltin consommateur de feuilles d'arachide en Israël, *Maladera matrida*. Les causes seraient apparemment le dessèchement de la terre aux périodes chaudes et les basses humidités auxquelles les larves sont particulièrement sensibles. Dans la nature, nous avons constaté que les gousses de *B. rufescens* sous l'effet des pluies ont tendance à s'assombrir, cela peut affecter leur qualité en les rendant moins attractives envers les femelles.

D'une manière générale, on peut constater que les pontes sur *B. rufescens* sont faibles par rapport à la quantité de gousses disponibles. Comme l'ont indiqué les travaux sur la biologie de ce ravageur, ceci est peut être en rapport avec les faibles performances des larves qui entraînent une faible fécondité des adultes (notamment la fécondité).

III-2-2-1- La température, facteur d'accroissement des populations

Pour toutes les plantes hôtes on observe une augmentation progressive du nombre d'œufs au sortir de la période fraîche. Beaucoup d'auteurs l'attribuent à une augmentation de l'activité reproductive (Pierre & Huignard, 1990 ; Diallo & Pierre, 1990). Ce qui est d'ailleurs en adéquation avec les données biologiques concernant cet insecte. Il y a une accélération des processus physiologiques aux fortes températures et une élévation du niveau de ponte. Mais cela occulte un phénomène très important, qui est le fait que le nombre d'œufs obtenu en saison sèche représente le cumul de toutes les pontes déposées dès la formation des gousses. Ainsi l'augmentation relatée dans la plupart des travaux antérieurs (Diallo & Pierre, 1990 ; Ali-Diallo, 1991) est certainement moins importante qu'elle ne l'est en vérité. L'autre raison évidente de l'augmentation des pontes par gousse est leur raréfaction continue au cours du temps. Si on y adjoint le fait qu'il existe en ces périodes une forte population de bruches dans les arbres, il devient aisé de comprendre l'agrégation des œufs sur les gousses restantes. Lors de notre premier échantillonnage, nous

avons ramassé une vieille gousse ayant reçu 229 œufs dont 151 de *C. crampeli* et 78 de *C. serratus*. Cette concentration des pontes et donc de larves néonates suppose une compétition intraspécifique rude. Dans ce cas la température peut agir comme un facteur limitant puisqu'elle favorise la compétition intraspécifique mais également le parasitisme. En effet, suite aux infestations successives, il est très probable qu'il y ait peu de ressources pouvant permettre aux larves d'atteindre le stade imaginal. Il s'y ajoute que le parasitisme est très dense lors de cette période, d'autre part l'acarien *P. tritici* peut aussi agir sur le niveau des populations. Ce dernier attaque tous les stades de la bruche excepté l'œuf. D'après Ali-Diallo (1991), il prolifère particulièrement sur les L4 observées dans les gousses récoltées pendant les mois de septembre et d'octobre (marquées par des températures élevées). D'autre part, l'élévation du nombre d'adultes émergés entre avril et mai paraît plutôt tributaire des conditions climatiques, thermiques en particulier, plus favorables au développement de l'insecte. De nos expériences de laboratoire et au cours du suivi des échantillons récoltés dans la nature (arachide y comprise), il est apparu un phénomène constant et très important, à savoir l'étalement de l'émergence des différents adultes d'une même génération sans qu'on puisse parler de diapause ou de quiescence. L'intervalle entre les premières et les dernières sorties peut dépasser largement deux mois. Cela fait que des gousses ayant reçu des œufs en février et mars peuvent encore libérer des adultes jusqu'au mois d'avril et de mai. L'existence d'un tel phénomène contribue à accroître le niveau des populations au cours de ces deux derniers mois.

III-2-2-2- Compétition et maintien de *C. serratus* sur ses hôtes sauvages

La compétition interspécifique semble peu importante sur l'arbre. En fait, on note au début de la formation des gousses la présence d'orifices de sortie d'une chenille (non identifiée), insecte qui semble préférer, contrairement à la bruche, les graines des gousses vertes pour accomplir son développement. La proportion de graines qu'elle consomme est faible, d'ailleurs le phénomène disparaît avec la maturation des gousses. Ainsi, les zones attaquées par ces chenilles sont précocement sclérifiées et reçoivent les premières pontes de la bruche qui grâce à sa tarière introduit ses œufs par l'orifice d'émergence. C'est donc une situation favorable à l'établissement de *C. serratus* mais aussi à une compétition larvaire.

D'après l'évolution des différentes populations plus ou moins inféodées aux différentes plantes hôtes présentes dans la zone d'étude, il apparaît clairement que les larves de *C. serratus* peuvent être confrontées comme on l'a dit précédemment à une période de privation totale de support de développement. Cela revient à poser le problème du maintien de la bruche dans la nature et la perpétuation des différentes générations. Le phénomène n'est pas en soi exclusif à cette dernière. Monge *et al.* (1989) parlent d'une diapause chez *Bruchidius atrolineatus* en saison sèche. Pour ces auteurs, le principal facteur

permettant l'induction de la diapause pendant les premières phases de la vie larvaire serait la décroissance des températures de novembre à janvier tandis que Huignard (1985) l'attribue à une inactivité reproductive des adultes parce que leurs organes génitaux seraient non fonctionnels. De la même manière *Acanthoscelides obtectus* peut ralentir son activité reproductrice (quiescence) dans la nature si les gousses de *Phaseolus vulgaris* sont indisponibles ou l'inhiber complètement, on parle alors de diapause (Huignard, 1985). Chez *B. rufescens*, le problème ne se pose pas puisque le substrat de reproduction est présent en permanence sur l'arbre. Les captures obtenues en novembre 1998 suivies de pontes sur gousses de *B. rufescens* et d'arachide vont dans ce sens. De plus, l'adulte de *C. serratus* capturé en juillet 1998 sous l'écorce d'un des *B. rufescens* nous fait penser que les populations de bruches peuvent ne pas quitter leur habitat naturel. Les deux adultes de *C. serratus* piégés sur un *C. sieberiana* au mois de juillet où il n'y avait plus de gousses sur l'arbre fortifie notre hypothèse. Ainsi l'écorce, les feuilles et les différentes anfractuosités peuvent leur servir d'abri. Cependant, la récolte par Gagnepain *et al.* (1986) d'un adulte de *C. serratus* dans une inflorescence de *Parkia biglobosa*, Mimosaceae soudano-sahélienne milite en faveur de l'existence de plantes refuges insoupçonnées. Les populations de la bruche peuvent ainsi se disperser dans la nature à la recherche de pollen et de nectar. Ceci a une importante implication dans leur longévité et leur capacité de ponte. D'après Delobel (1989 b), la bruche adulte peut survivre plus de 3 mois en présence d'eau et de nourriture. Les résultats de notre expérimentation au laboratoire sur la longévité et les capacités de ponte ont révélé des possibilités de pontes inédites. En effet, après trois mois en présence de pollen et d'eau et en absence de graines de plante hôte, les femelles sont toujours capables de pondre. Cette révélation non seulement rend caduque la problématique d'une diapause ou quiescence reproductive, mais conforte aussi l'hypothèse de plusieurs auteurs (Ndiaye, 1991 ; Sembène, 1997...) selon laquelle les femelles issues des dernières gousses avant ou durant l'hivernage peuvent vivre et assurer l'infestation des récoltes d'arachide et la recontamination des plantes hôtes. Chez *Acanthoscelides obtectus*, Biémont (1979) parle d'une diminution de la fertilité des œufs avec l'âge des femelles, ceci pourrait être le cas aussi pour *C. serratus*.

Chez les plantes hôtes qui produisent des gousses une fois par année, certains arbres peuvent conserver une partie infime de leur production toute l'année. De cette sorte, les gousses résiduelles, quoique faibles, restent une source potentielle de bruches pouvant recoloniser la nouvelle production. De plus, aucune étude n'a permis d'exclure le transfert de populations du *B. rufescens* vers les autres plantes hôtes. La taille de branches par les hommes comme ce fut le cas avec *B. rufescens* peut entraîner des migrations de populations de *C. serratus* vers d'autres plantes. En outre, bien qu'il ressorte des études génétiques de Sembène (1997) qu'il y a une tendance des bruches, *C. serratus* en l'occurrence, à se maintenir sur leur plante hôte d'origine, le flux génique n'en est pas pour autant nul. Donc,

il n'existe pas de confinement exclusif d'une population donnée à sa plante d'origine. Les expériences de préférence de ponte nous ont révélé d'autre part que le principe de sélection d'hôtes d'Hopkins stipulant que les femelles ont tendance à pondre sur leur plante d'origine ne peut pas s'appliquer à l'échelle de la population. Alors, quelques femelles, par un comportement de ponte atypique peuvent quitter leur plante hôte d'origine pour déposer leurs œufs sur d'autres où elles n'ont pas effectué leur développement embryonnaire. C'est sûrement cette possibilité d'émigration qui a permis la conquête et l'adaptation réussie de la bruche à l'arachide.

L'accrochage de pièges en carton ondulé sur les différentes plantes hôtes de *C. serratus* comme estimateur de la population adulte a donné de très maigres résultats. Ali-Diallo (1991) aussi n'avait jamais pu obtenir d'adultes par piègeage sur *B. reticulata*. Pourtant, il n'existe aucun doute quant à leur présence sur ces plantes. Cela est attesté par la quantité d'œufs que les femelles émettent sur les gousses surtout en période sèche et chaude. Seuls six spécimens furent capturés sur *B. reticulata*, deux sur *C. sieberiana*, quatorze sur *B. rufescens* tandis qu'aucun adulte ne fut attrapé sur *T. indica* et dans les greniers d'arachide. Contrairement à nous, Pierre & Huignard (1990) avaient pu piéger sur des *B. rufescens* des effectifs dépassant parfois 400 individus avec le même type de matériel. De plus, le nombre d'adultes capturés suivait les fluctuations du niveau des populations selon qu'on se situait en saison sèche ou en hivernage. Cependant, les captures de *C. serratus* sur *B. reticulata* en mi-novembre quoique faibles sont riches d'enseignements à cause de leur coïncidence avec l'exposition des arachides au champ. Sembène (1997) les rendent responsables de l'origine de l'infestation de l'arachide.

II-2-2-3- Rôle de *C. crampeli* dans la disponibilité en ressources des hôtes sauvages

C. crampeli, bien qu'exploitant dans la nature les mêmes plantes hôtes (excepté le tamarin) que *C. serratus*, semble avoir des préférences écologiques différentes. A cet égard, la localisation du support de développement révèle son importance, puisque *C. crampeli* distribue préférentiellement ses œufs sur les gousses tombées à terre, en particulier chez *B. reticulata* et *B. rufescens* où les femelles sont particulièrement actives.

Pour *B. reticulata*, *C. crampeli* est bien présent au sol avec une gradation du niveau des pontes pendant la saison sèche. Mais on ne peut pas en dire autant sur l'arbre où l'activité apparaît très faible et occasionnelle. Excepté les échantillonnages du 15 novembre 1997 et du 14 août 1998 où il y a eu respectivement 80 et 40 œufs pour 100 gousses, les quantités d'œufs déposés ont oscillé entre 0 et 5 lors des deux campagnes. L'augmentation du nombre d'œufs émis à ces deux dates sur *B. reticulata* résulte vraisemblablement d'une absence de gousses sous la canopée de cet arbre. En novembre, les gousses tombées ont avorté et n'attirent certainement pas les femelles. En août, il n'y a plus de gousses sous

l'arbre. Celles-ci pourrissent sous l'action des pluies. Donc, il semble probable que la rareté des gousses tombées stimule des vellétés de conquête des gousses accrochées à l'arbre chez *C. crampeli*. D'autre part, on peut remarquer chez *B. reticulata* que la dynamique d'infestation de *C. crampeli* ressemble beaucoup à celles de *C. serratus* sur gousses de *B. rufescens* cueillies. C'est à dire une grande activité des femelles entre novembre et décembre 1997, puis un ralentissement du rythme jusqu'en février et enfin une nouvelle amorce de l'augmentation des pontes. Cependant, lors de la 2^{ème} campagne les pontes n'ont pris de l'importance qu'après février.

Chez *C. sieberiana*, le comportement de *C. crampeli* est pratiquement le même entre gousses cueillies et ramassées. L'extrême faiblesse des pontes paraît indiquer une mauvaise adaptation de cet insecte à ce substrat.

Chez *B. rufescens*, autant les pontes ont été insignifiantes sur l'arbre, autant elles ont été importantes à terre. La mortalité par consommation des œufs a été très forte par moment (décembre et juillet), alors que le nombre d'œufs éclos a été assez constante. Le nombre d'adultes émergés est assez élevé, surtout en juillet. Si on considère d'une part, les œufs déposés quantitativement plus abondants sur *B. reticulata*, avec cependant des émergences infimes et d'autre part le nombre d'adultes émergés sur *B. rufescens* malgré des pontes moindres, on peut penser que *B. rufescens* est la plante qui assure au mieux le développement de *C. crampeli*. Il est intéressant de noter que la hausse brutale des effectifs d'adultes émergés de juillet survient exactement à la même période chez *C. serratus*. Les causes sont probablement les mêmes. Il paraît alors que plus les gousses séjournent à terre, moins il y a des chances d'émergences pour ces deux espèces d'insectes.

Le niveau de parasitisme relativement faible chez *C. crampeli* par rapport à ce qui a été observé chez *C. serratus* est sans doute relatif à une meilleure qualité nutritionnelle chez *C. serratus*. En effet, le parasitoïde cherche les œufs de *C. serratus* jusque dans les anfractuosités tout en ayant ceux de *C. crampeli* à la surface des gousses. Les œufs de *C. serratus* sont donc sans doute plus propices pour assurer au parasitoïde de meilleures chances de survie et une expansion plus rapide des générations dans cette situation de choix. D'autre part, ces œufs sont structurellement différents. Celui de *C. crampeli* est beaucoup plus épais et plus gros que celui de *C. serratus*, il se peut alors que sa pénétration soit plus difficile pour le parasitoïde.

L'ensemble de ces résultats montre que :

- *C. crampeli* contrairement à *C. serratus* préfère pour son développement les gousses tombées à terre. Ainsi chez toutes les plantes l'infestation et la production d'adultes ont été plus intenses à terre que sur les gousses accrochées.
- *C. crampeli* a une préférence de ponte nette pour *B. reticulata* et *B. rufescens* avec une meilleure survie sur *B. rufescens*.

- *C. crampeli* semble peu attiré par les gousses de *C. sieberiana* bien que le développement des larves y soit possible. La texture et l'odeur des gousses peuvent être parmi les principaux facteurs limitatifs de la conquête de cet arbre par *C. crampeli*.

- *C. crampeli* n'a pas encore réussi à conquérir l'arachide.

- *C. crampeli* ne pond pas du tout sur les gousses de tamarin dans la nature. Plusieurs hypothèses peuvent expliquer cette situation dont une répulsion de l'insecte vis à vis du tamarin notamment par des exhalaisons émanant des gousses ou de la plante même. Delobel *et al.* (2000), en situation de non choix ont observé des pontes de *C. crampeli* sur graines de *T. indica*. Mais après éclosion toutes les larves sont mortes au stade 1. Vraisemblablement elles n'ont pas réussi à détoxiquer les composés secondaires que contiennent celles-ci. Ainsi dans la nature, dans un but de maximiser leur effort reproducteur, les femelles de *C. crampeli* évitent de pondre sur cette légumineuse. Au contraire, d'après ces mêmes auteurs, *C. crampeli* bien que n'infestant pas l'arachide dans la nature, réussit au laboratoire à s'y développer avec 45 % d'émergence. Il apparaît dans ce dernier cas une disjonction entre les préférences des femelles et les possibilités de développement des larves. Même si les graines de cette légumineuse à fructification hypogée produisent des substances allélochimiques comme s'est interrogé Huignard (1990), celles-ci ne constituent pas une barrière à la survie des larves de *C. crampeli*. Cette protection de l'arachide au champ contre *C. crampeli* est vraisemblablement la conséquence d'une insensibilité aux stimuli issus de cette plante.

Apparemment *C. serratus* pond sur les gousses sur l'arbre tandis que *C. crampeli* ne les visite qu'après leur chute. Néanmoins, en l'absence de gousses sous la canopée, cette dernière peut s'attaquer à celles qui sont sur l'arbre. Il apparaît aussi que la sortie d'adultes de *C. crampeli* atteint son niveau maximal avant celle de *C. serratus*. Ceci est sans doute lié au fait que *C. crampeli* vit préférentiellement à terre et que le développement y est plus rapide comme nous l'avions précédemment souligné pour *C. serratus*. De plus, le niveau maximal d'émergence d'adultes de *C. crampeli* ne coïncide pas avec les périodes où *C. serratus* est rare dans la nature. *C. crampeli* n'est certainement alors en réelle compétition avec *C. serratus* qu'en cas de raréfaction de la ressource. Dans la nature, en dehors de ces plantes hôtes, *C. crampeli* dispose d'une autre plante où il effectue son développement convenablement, *Prosopis africana* (Delobel *et al.*, 2000). Si on considère *B. rufescens*, sur lequel *C. crampeli* pond abondamment, il ressort que cet insecte n'est pas affecté par les baisses de températures de la saison froide parce que le niveau des pontes est quasi constant ; c'est d'ailleurs au mois de décembre 1997 qu'on a noté le plus d'oeufs. Dès lors, on peut affirmer que *C. crampeli* tolère beaucoup mieux les basses températures que *C. serratus*.

La saison des pluies caractérisée généralement par une absence de gousses chez la plupart des plantes hôtes communes à *C. serratus* et *C. crampeli*, devrait nécessiter les

mêmes mécanismes d'adaptation chez ces deux bruches. Mais cela suppose qu'il y ait aussi chez *C. crampeli* cette tendance à se reproduire sur les substrats d'où sont issues les larves. Cependant, contrairement à *C. serratus*, *C. crampeli* vit préférentiellement sur *B. rufescens* qui conserve ses gousses toute l'année, cela rend le problème moins aigu. D'autre part, *P. africana* est également une plante hôte naturelle de *C. crampeli*. Bien que cette dernière ne fructifie pas toute l'année, il est certes intéressant de remarquer que ses gousses persistent toute l'année sous l'arbre à cause de leur dureté (Delobel, com. pers.). Elles constituent ainsi de par les ressources, mais aussi de par leur localisation des substrats de prédilection pour *C. crampeli* en lui assurant un cycle de développement sans nécessité d'adaptation particulière de type quiescence ou diapause.

III-2-3- Parasitisme

III-2-3-1- Impact d'*Uscana caryedoni*, parasitoïde oophage dans la régulation des populations de *C. serratus*

A l'image de *C. serratus* sur ses hôtes, les attaques des œufs de cet insecte par *U. caryedoni* sont fonction de la plante hôte considérée.

Sur *C. sieberiana* le parasitisme est concomitant avec l'apparition des pontes, son niveau est statistiquement le même sur gousses cueillies (32,1 %) et ramassées (23,8 %). En moyenne 28,5 % des œufs pondus sur les gousses de cet arbre sont parasités. *U. caryedoni* semble être présent perpétuellement au niveau des *C. sieberiana*. Sa non-spécificité à la bruche lui permet de se maintenir dans la nature sur d'autres hôtes lorsqu'il y a une baisse substantielle des populations de *C. serratus*. Douthett & Viaggini (1968) révèlent que la petitesse de tels insectes ailés et vagiles augmente indubitablement leur chance de dispersion par le vent.

Sur *T. indica*, lors des trois premiers mois d'infestation, le parasitisme est quasi inexistant. Pourtant *C. serratus* est présent à ce moment, surtout sur les gousses tombées à terre. Globalement seuls 6 % des pontes de *C. serratus* sont attaqués par le parasitoïde, les gousses dans l'arbre sont légèrement plus affectés. C'est seulement en février que le phénomène de parasitisme s'observe réellement. Il est alors probable qu'*U. caryedoni* soit particulièrement sensible à la densité des œufs que portent les gousses en cours de maturation, parce que durant cette même période, les œufs étaient parasités sur les autres plantes hôtes. Un phénomène similaire est décrit chez *U. lariophaga* au dépend d'œufs de *Callosobruchus maculatus*. Ce parasitoïde serait capable d'évaluer quantitativement le nombre d'œufs-hôtes probablement par la détection de différences de concentration d'odeur (van Alebeek, 1994). Le fait que le niveau de parasitisme soit moins élevé sur les gousses prises sous la canopée des tamariniers nous amène à penser que le parasitoïde est

plus actif dans l'arbre qu'au sol. D'autre part, le décollement des œufs parasités peut être aussi supérieur à celui des œufs sains. L'effet du choc lors des chutes peut avoir un rôle important sur la ponte et par conséquent sur le parasitisme. En effet, ces chutes créent de nombreuses fissures sur les gousses et celles-ci représentent le lieu privilégié des femelles pour cacher leur ponte. De la sorte, les œufs introduits dans la pulpe seraient moins accessibles au parasitoïde oophage.

C'est sur *B. reticulata* qu'il y a la plus grande proportion d'œufs parasités par *U. caryedoni* tant sur gousses cueillies (54,7 %) que ramassées (42,1 %). Là aussi l'action du parasitoïde est faible au cours des trois premiers mois. Il se pourrait que les basses températures ralentissent son activité tout comme celle de son hôte. Cette forte quantité d'œufs parasités sur *B. reticulata* montre un rôle important de la plante hôte dans le phénomène de parasitisme. De ce fait, le parasite serait tributaire à la fois de l'herbivore et du végétal hôte. Mais l'avis des auteurs divergent sur le rôle de chacun de ces niveaux trophiques (végétal-déprédateur-parasitoïde). van Alebeek (1996) a démontré que le parasitoïde *Uscana laryophaga* répond à la fois à l'odeur des graines saines et sèches de niébé et à celle des œufs fraîchement pondus par *C. maculatus*. Price *et al.* (1980) précisent que les plantes ont beaucoup d'effets directs ou indirects sur les herbivores mais aussi sur leurs ennemis, qu'ils considèrent d'ailleurs comme une part de leur batterie de défense contre les herbivores. Ces propos sont consolidés par ceux de Labeyrie (1991) pour qui ce sont les caractéristiques chimiques du végétal qui conditionnent les relations entre les insectes nuisibles et leurs entomophages. Dans le même ordre d'idées, Vinson (1984) cité par Rasplus (1988) souligne que les produits volatils émanants des hôtes ou des plantes hôtes leur permettent de localiser leurs hôtes en réduisant le volume de recherche potentiel en un volume effectif de taille inférieure. Hertz & Johnson (1988) disent quant à eux que la plupart des parasites cherchent les graines des gousses plutôt que le genre d'insecte qui se nourrit des graines. Ainsi à la recherche d'un hôte, beaucoup d'Hyménoptères semblent répondre plus à un environnement qu'à la position systématique de l'hôte. Pour Rasplus (1988), les parasites généralistes recherchent uniquement les larves d'insectes qui s'attaquent aux graines.

B. reticulata semble donc favoriser beaucoup plus la prolifération d'*U. caryedoni* que les autres plantes. Cependant, chez une plante voisine du *B. reticulata*, *B. thonningii*, Gagnepain *et al.* (1986) évoquent une quasi-absence de parasitisme de ces gousses. Selon eux, *C. serratus* montre au stade œuf une particulière sensibilité à la prédation (70% en savane non brûlée et 30% en savane brûlée) par les fourmis alors que le parasitisme est très discret. Ceci est à l'inverse de nos résultats où la prédation au stade embryonnaire s'est révélée beaucoup moins intense (10,2 %), donc le principal agent de la destruction des œufs reste le Trichogrammatidae oophage, *U. caryedoni* qui est présent tant qu'il y a des pontes. Il se peut que alors les fourmis jouent un rôle protecteur pour les larves contre les

parasitoïdes. Les différences peuvent aussi émaner de l'état physique des gousses car celles de *B. thonningii* sont velues, ou simplement de l'environnement (savane et forêt).

U. caryedoni est aussi bien actif sur *B. rufescens*. Dans l'ensemble, 30,2 % des pontes de *C. serratus* sont affectés par ce dernier. Il est légèrement plus nombreux sur les œufs portés par les gousses tombées (40,1 % contre 28,2 % sur les gousses encore dans l'arbre). Il est donc à souligner qu'après *B. reticulata*, c'est *B. rufescens* qui héberge la plus forte population d'*U. caryedoni* par rapport à la présence de *C. serratus* sur ses Caesalpiniaceae hôtes. Ce parasitoïde affectionne probablement plus le genre *Bauhinia* que les autres parmi les plantes hôtes étudiés. Ceci est en adéquation avec l'idée selon laquelle le parasitoïde serait plus attractif à un environnement donné qu'au genre d'hôte.

III-2-3-2- Parasites larvo-nymphaux

Le suivi des échantillons au laboratoire a montré que d'autres agents attaquent la bruche au stade larvo-nymphal. Leur présence et leur abondance dépendent fortement de la plante où vit la bruche. A Keur Baka, chez *C. sieberiana*, nous n'avons pas observé de parasites larvo-nymphaux. Certaines hypothèses peuvent être avancées pour élucider le problème. Il se peut qu'il ait une toxicité secondaire des graines de *C. sieberiana* sur ces parasitoïdes. A cet égard, Rasplus (1990 b) estime que le parasitoïde doit être capable de survivre au dépend de la larve du séminivore, ce qui peut être compliqué par la présence de produits toxiques ou de dérivés stockés dans les tissus de l'hôte, la variété de ces produits pouvant être importante. Dans le cas qui nous concerne, les parasitoïdes peuvent s'établir dans les larves mais leur consommation devient létale. Il se pourrait aussi que les *C. sieberiana* et/ou les larves qui s'y nourrissent émettent simplement des effluves dissuasives envers les parasitoïdes. A contrario, l'abondance des parasitoïdes sur certains pieds de *B. reticulata* et leur rareté voire absence sur d'autres mettent en relief l'importance de la plante hôte individuelle dans le phénomène de parasitisme. Les quatre cinquièmes des adultes de *Platyspathius pictipennis* ont émergé du 2^{ème} pied de *B. reticulata* (Ba2) alors que sur les pieds Ba1 et Ba3 aucune émergence n'a été notée au cours de ces deux années d'expérimentation. Les *P. pictipennis* ne semblent pas attaquer les bruches inféodées au tamarinier, qui apparaît en dehors de *C. sieberiana* comme la plante qui héberge le moins de parasites. Ces observations nous font croire qu'il existe des variations en composés chimiques ou en signaux décelables par les parasitoïdes et qui seraient non perçues par les larves au sein d'une même espèce végétale. Chez les populations de parasitoïdes, Lewis & Martin (1990), se référant à divers auteurs, indiquent que la diversité génétique, la plasticité phénotypique des individus et leur état physiologique génèrent des variations substantielles de réaction aux signaux chimiques.

D'autre part, il apparaît que les parasitoïdes sont fortement enclins à vivre sur les gousses accrochées à l'arbre : sur *B. reticulata* et *B. rufescens*, les *Bracon* sp., *Entedon*

omnivorus et l'unique *Dinarmus sp.* proviennent des gousses cueillies. Néanmoins, sur *T. indica*, plus de la moitié des *Bracon sp.* émergés proviennent de gousses ramassées. Il est possible que l'établissement du parasitoïde se fasse uniquement sur les gousses portées par les arbres, mais que son évolution continue à terre après détachement du support végétal.

La forte présence des *P. pictipennis* sur *B. reticulata* entre février et avril constitue de façon synergique avec les facteurs abiotiques un paramètre limitatif de la population adulte de *C. serratus*. Ceci explique en partie l'écart remarqué entre les taux d'éclosion et d'adultes émergés. Mais cette action paraît très limitée au delà du mois d'avril. A Lamto aussi, en Côte d'Ivoire, bien qu' *U. caryedoni* puisse être présent jusqu'en juillet, son abondance maximale dans les récoltes se situe de novembre à fin février. Son taux de parasitisme relativement faible de 6,83 % semble indiquer un généraliste attaquant probablement d'autres hôtes (Rasplus, 1988). Cette non spécificité du genre *Platyspathius* est confirmée par les récoltes de Delobel (comm. pers.) sur des Combretaceae et sur *Terminalia macroptera* avec comme hôte *Caryedon fatalae*. Ceci est en adéquation avec les propos de Hertz & Johnson (1988) pour qui les parasites ont plusieurs hôtes à travers une large zone géographique. Mais à défaut d'avoir une identification précise des espèces du genre *Platyspathius*, nous ne pouvons affirmer qu'il s'agit véritablement de la même espèce.

L'évaluation des taux de parasitisme dans les autres localités du pays confirme l'inexistence des parasitoïdes des stades larvaire et nymphal sur *C. sieberiana*. Les taux de parasitisme obtenu sur *B. rufescens* varient considérablement selon la localité considérée. Inférieur à 1 % à Kas Kas, le phénomène a plus d'ampleur à Mbane, Gaya et à Ndiakhaye avec respectivement 12 ; 33,3 et 35,9 %. Cette variabilité semble provenir de différences de conditions biocénologiques. A cet effet, on peut remarquer que *P. pictipennis*, abondant à Keur Baka, est rarissime à Kas Kas et dans la vallée du fleuve Sénégal d'une manière générale, contrairement à *E. omnivorus*.

III-2-4- Prospections

III-2-4-1- Niveaux d'infestation des hôtes sauvages de *C. serratus* dans d'autres localités du pays

L'infestation des gousses de *B. rufescens* par *C. serratus* apparaît plus forte dans la vallée du fleuve qu'à Keur Baka. A Kas Kas, on note une augmentation de l'activité du ravageur de décembre à juin bien qu'il y ait toujours des gousses mûres sur les arbres. Cette différence de niveau d'infestation peut découler de la quantité et de la fréquence des pluies. On sait que celles-ci causent une mortalité élevée des cocons qui nymphosent dans le sol. Cela se traduit à Keur Baka par un faible effectif d'adultes survivants après les pluies. Au

contraire dans la vallée où les pluies sont peu fréquentes, les populations de bruches, *C. serratus* en particulier, doivent se maintenir à des niveaux plus élevés pendant la saison humide que dans les contrées plus arrosées. En septembre 1999 nous avons récupéré des cocons sous des *B. rufescens* et des *B. reticulata* à Kas Kas, alors que les tamisages qu'on a effectué à Keur Baka en août et en octobre de la même année ont été vains.

Pour *B. reticulata*, contrairement à Keur Baka où les gousses mûrissent entre novembre et décembre, au cours de ce dernier mois à Kas Kas, ces plantes sont en floraison. Ce n'est qu'en mars que les gousses commencent à mûrir. Cet important décalage phénologique entre Kas Kas et Keur Baka provient vraisemblablement du fait qu'à Kas Kas les *B. reticulata* se sont affranchis de l'eau hivernale parce qu'ils se concentrent en majorité le long du fleuve ou dans des zones régulièrement inondées par l'eau des crues. Autrement dit à Keur Baka, la vie des *B. reticulata* est régulée par la pluie alors qu'à Kas Kas elle en est moins dépendante.

En dehors de Keur Baka et de la vallée du fleuve Sénégal, les échantillonnages ponctuels effectués ont permis de récolter des gousses de *B. rufescens*, de *B. reticulata* et de *C. sieberiana*. Les taux d'infestation des gousses de *B. rufescens* (décembre 1998) sont comprises entre 11 et 29 % dans deux localités de la région de Louga. Par contre dans les régions de Kolda et de Tambacounda, les taux d'infestation les plus élevés (février 1999) n'atteignent même pas 5 %. Cela s'explique dans le cas du *B. rufescens* par la présence permanente de gousses mûres indépendamment de la localité considérée. Dans les autres cas, les pourcentages obtenus sont dus sans doute au faible niveau des populations de bruches lors de la maturation des gousses. En fait, à Tambacounda tout comme à Kolda, les gousses récoltées venaient juste de mûrir.

III-2-4-2- L'arachide dans la vallée du fleuve Sénégal

Les différents échantillons d'arachide irriguée n'ont pas montré de signes d'infestation dans la vallée du fleuve. Pourtant, l'arachide coexiste avec les plantes hôtes de la bruche, *C. serratus*. En outre, l'exposition de gousses d'arachide sous les *B. reticulata* et *B. rufescens*, surtout sous celles qui portaient encore des gousses ne révèlent pas non plus d'attaques de la bruche. Gagnepain *et al.* (1986) n'avaient pas non plus obtenu d'infestation à la suite de l'exposition d'arachide sous des *B. thonningii*. Rappelons que nos expositions de gousses de *B. reticulata* sous les mêmes arbres ont donné des pontes et l'émergence d'adultes de *C. serratus* à Keur Baka. Ceci milite en faveur de l'existence de souches isolées et non adaptées à l'arachide.

Cependant, les tests de préférence de variétés au laboratoire montrent que l'arachide irriguée ne présente pas de résistance à la bruche. De surcroît la souche trouvée dans cette zone a mis la totalité de sa ponte sur ce type d'arachide. Il convient dès lors de comprendre

que la protection des récoltes d'arachide vis à vis de *C. serratus* dans la vallée du fleuve dépend de prime abord d'une absence de coïncidence temporelle liées aux pratiques culturales. Dans cette zone, l'arachide récoltée ne séjourne pratiquement pas dans les champs, si bien que la bruche n'a pas le temps d'y déposer ses œufs. D'autre part, certains paysans effectuent le séchage dans leurs maisons qui sont éloignées des plantes hôtes. Hormis la quantité réservée comme semences pour les prochaines récoltes dans les chambres, la totalité de la production est écoulée rapidement.

III-2-5- Arachide : relation avec hôtes sauvages, évolution de l'infestation dans les stocks

Le mode d'infestation de l'arachide par *C. serratus* est du même type que celle des Caesalpinioideae. C'est à dire que l'infestation, faible au départ, s'amplifie au cours du temps pour atteindre des valeurs maximales vers le mois de mai. Les données figurant dans les tableaux synoptiques (Annexe 5) révèlent que l'infestation initiale ne se présente pas comme un phénomène itératif. Lors de la 1^{ère} campagne, une expérience ponctuelle consistant à prélever l'arachide récoltée à des intervalles successifs de trois jours depuis le début de l'arrachage a révélé l'existence de pontes dès le 6^{ème} jour, ce qui confirme les travaux de Ndiaye (1991). A la deuxième campagne aucun œuf n'a été observé sur les gousses, c'est ce qui a certainement entraîné le faible niveau de l'infestation originelle. Il semble donc clair que l'infestation au champ est un facteur déterminant de la densité du ravageur surtout au cours des premiers mois de stockage. Son impact sur le niveau des populations de la bruche dépend du temps de stockage et des conditions climatiques, en particulier thermiques.

Sagot & Bouffil (1935) et Corby (1941) pensent que l'infestation a pour origine principale les hôtes sauvages. D'autre part, l'absence d'œufs sur l'arachide récoltée au cours de la 2^{ème} année d'échantillonnage au sortir du champ et l'installation de la bruche de l'arachide au cours du stockage montre que les locaux de stockage restent une source potentielle d'infestation. Green (1959) et Diallo & Pierre (1990) l'ont déjà évoqué. D'ailleurs Green (1959) attribue le phénomène exclusivement aux locaux de stockage.

A l'aide des résultats de ces deux années d'expérimentation et en s'appuyant sur les travaux antérieurs, on peut conclure que les hôtes sauvages sont effectivement une des causes d'infestation (mais pas exclusivement) de l'arachide nouvellement récoltée. Cela semble dépendre de plusieurs facteurs, dont le niveau des populations infestantes existant dans la nature au moment de l'arrachage, mais aussi les capacités migratoires de la bruche et la proximité des plantes hôtes par rapport à l'arachide. D'ailleurs des études de Robert (1984) et de Ndiaye (1991) avaient révélé que le degré de contamination des meules

d'arachide étaient fonction de leur proximité des plantes hôtes. L'ensemble de ces considérations met en exergue l'importance des pratiques culturales, notamment le lieu de séchage. La persistance de bruches dans les lieux de stockage d'une récolte à l'autre est une des explications du fait que, malgré une infestation originelle plus faible dans le grenier n° 2, ce dernier ait reçu plus d'œufs en fin de stockage que le grenier n° 1. Il devient impératif alors de concilier les deux concepts (hôtes sauvages et stock) en ce qui concerne l'origine de l'infestation de l'arachide.

La caractérisation des pontes montre que le parasitisme, facteur limitant des populations de la bruche, est inexistant sur arachide tant au champ que dans les greniers paysans. Cette absence du parasite *U. caryedoni* dans les stocks fut jadis signalé par Matokot *et al.* (1987) au Congo. Delobel (1989 a) donne des taux de parasitisme par cet insecte au laboratoire extrêmement faibles, ils ne dépassent pas 1% au meilleur des cas. De plus, comme on l'a signalé précédemment, l'activité d'*U. caryedoni* paraissait limitée aux couches superficielles d'arachide. Nous pouvons émettre trois hypothèses pour tenter d'y apporter une explication :

- L'arachide, par des émanations, exercerait une répulsion sur le parasite.
- Le parasite serait incapable de se développer en stock à cause de conditions thermophotopériodiques inadéquates par rapport à celles requises pour le bon déroulement de son cycle. Selon Southgate (1979), la distinction entre les espèces de "champ" et de "stocks" avec leurs caractéristiques particulières de leur cycle de vie peut avoir une origine climatique.
- Le parasite pourrait être sensible au faible espace que laissent les gousses en stock contrairement à son milieu naturel.

Contrairement à *U. caryedoni*, *U. lariophaga*, qui parasite les œufs de *Callosobruchus maculatus* et de *Bruchidius atrolineatus* se développe aussi bien au champ qu'en stock. Certains auteurs constatent des taux de parasitisme dépassant 50% dans les structures de stockage, preuve qu'il est capable de se disperser à l'intérieur des stocks dans les conditions qui lui sont offertes (van Alebeek, 1996). Son parasitisme est très intense entre 20 et 30°C. *U. lariophaga* semble particulièrement dépendant de la température, avec un taux de développement qui augmente linéairement de 17,5 à 35°C. Les basses humidités n'affectent que les individus qui se développent sur *B. atrolineatus*, probablement par suite de la dessiccation des œufs (van Huis *et al.*, 1994). Une étude de Sagnia (1994) au champ révèle qu'*U. lariophaga* est le plus important facteur de mortalité des œufs de *C. maculatus* infestant du niébé. Cependant, *U. caryedoni* n'apparaît pas comme le seul parasitoïde qui soit incapable de se développer en stock. Monge & Huignard (1991) citent le cas d'*Eupelmus orientalis*.

Comme en attestent les orifices d'émergence, les sorties d'adultes sont très faibles lors des deux premiers mois de stockage. Ceci découle d'une petite quantité d'œufs et surtout de conditions thermiques peu favorables au développement de l'insecte, ce qui se traduit par un allongement de sa durée de vie. Chez un Diptère Psilidae, *Psilae rosae*, la baisse de température entraîne un arrêt de développement de type diapause d'une partie de la 2^{ème} génération obligeant les pupes à attendre l'année suivante pour émerger (Brunel & Cancela Da Fonseca, 1977). Il est nécessaire d'insister sur le fait que le stockage de l'arachide nouvellement récoltée se situe généralement dans ces périodes de basses températures. Mais le polyvoltinisme de la bruche, avec un chevauchement des générations associé à des températures croissantes le long de la saison sèche, provoque une explosion exponentielle du niveau des populations vers avril-mai. C'est pourquoi le nombre de graines saines examinées diminue drastiquement avec le temps. Mais l'épuisement des stocks des paysans pour les besoins en semences de la récolte prochaine ne nous a pas permis de savoir s'il reste des gousses indemnes de toute attaque de la bruche au delà de mai. Mais tout nous laisse croire que la totalité des gousses sera contaminée étant donnée la concentration des pontes au cours des derniers mois de stockage, jusqu'à 22 œufs par gousse (Annexe 6). Ndiaye (1991) fait état d'une contamination de toutes les graines en stocks fermés d'un échantillon d'environ 5 kilogrammes dès le 2^{ème} mois de stockage.

Cette énorme infestation est à corrélérer avec le mode de conservation en coque. En effet, Davey (1958) a prouvé que l'arachide en coque permettait une meilleure survie des larves de *C. serratus* et par conséquent subissait de plus lourdes pertes que l'arachide décortiquée mélangée à des coques. C'est l'arachide décortiquée qui était la moins vulnérable. Pour cet auteur, les grands vides laissés entre les gousses d'arachide facilitent le mouvement des adultes. De plus, l'adhésion des oeufs entre les interstices de la surface irrégulière des coques les protège mieux des dégâts que ceux déposés sur la surface lisse. Mapangou-Divassa (1985) a confirmé cette meilleure convenance des gousses au développement des larves de *C. serratus*.

On a dénombré jusqu'à 9 trous d'émergence dans une gousse. Selon Cancela Da Fonseca (1964), la mortalité larvaire est fonction de la densité de la population et aux fortes densités la plus grande mortalité larvaire est observée au 4^{ème} stade larvaire. Il y a en outre une augmentation du taux de nymphose à l'extérieur. Ce comportement est général chez la bruche pour tous ses substrats de développement et semble être certainement une contrainte liée à un manque d'espace pour le tissage des cocons des différentes larves. D'après ce même auteur, la mortalité (même en L1) est probablement due au contact et à la lutte. Ce qui n'est pas conforme à nos observations puisque 9 bruches ont réussi à se développer dans une gousse. Néanmoins la mortalité devrait être plus élevée dans ce cas par suite d'un manque de nourriture. Cette diminution du poids à l'émergence n'est que la conséquence directe de l'ingestion d'une quantité de nourriture inférieure à celle que requiert un

développement correct. Cancela Da Fonseca (1964) attribue l'augmentation de la mortalité entre autre à une augmentation de la quantité de CO₂ libre suite à la respiration des insectes et par une augmentation d'autres substances toxiques sécrétées par les larves. Nos expériences montrent que jusqu'en février les émergences d'adultes dépassaient très largement la moitié du nombre d'oeufs éclos. Mais au delà, ce pourcentage atteint à peine le quart. Cette forte mortalité (par inanition) résulte d'un excès de larves dans les graines, puisque comme on l'a constaté le parasitisme est inexistant.

D'après Matokot *et al.* (1987) un autre facteur de mortalité de la bruche est l'acarien *P. tritici*. Nous l'avons effectivement rencontré au laboratoire dans le cas du suivi des échantillonnages surtout lors de la 1^{ère} année où il avait disparu à l'approche de l'hivernage. Son action peut en partie expliquer l'écart entre les nombres d'œufs éclos et ceux d'adultes émergés surtout dans le deuxième grenier où les pontes ont été plus prolifiques. En effet, la larve de *C. serratus* n'est accessible au parasite que si celui-ci dispose d'une voie de pénétration. C'est pourquoi Bruce & Le Cato, (1979 *in* Matokot *et al.*, 1987) pensent qu'un programme de lutte biologique par lâchés précoces de *T. tritici* serait infructueux dans le cas de *C. serratus*.

CONCLUSION

La bruche de l'arachide, *C. serratus*, est un insecte de nature très complexe. La multiplicité des cycles végétatifs de ses hôtes naturels et les capacités de développement en stock dans des conditions environnementales totalement différentes constituent une illustration éloquente de cet état de fait.

Notre principale zone d'étude, Keur Baka, est marquée par sa richesse en hôtes de *C. serratus*, toutes les plantes communes de la zone sahélienne (*T. indica*, *C. sieberiana*, *B. reticulata*, *B. rufescens* et *A. hypogaea*) y sont présentes.

D'une manière générale, les hôtes sauvages de *C. serratus* débutent leur cycle végétatif à l'approche de la saison des pluies. La maturation des gousses, support de développement des larves de cet insecte, a lieu en début de saison sèche, excepté dans le cas de *B. rufescens* dont la production de gousses est ininterrompue. L'arachide accomplit son cycle entièrement au cours de la saison des pluies. La récolte des gousses d'arachide et leur exposition à l'air libre coïncident alors avec une raréfaction de gousses sauvages dans la nature.

L'étude écophysiological a permis d'élucider plusieurs aspects de la reproduction de *C. serratus* :

- Les souches sauvages sont capables de s'adapter à l'arachide. Ceci conforte ^{l'idée} selon laquelle l'infestation de l'arachide a pour origine les hôtes sauvages de la dite bruche.
- Inversement les différents hôtes sauvages offrent à la souche arachide des possibilités de développement normales. Peuvent ainsi s'expliquer les échappées d'adultes de *C. serratus* relevées par Matokot *et al.* (1987) des greniers vers les plantes hôtes. Cependant, c'est la souche *A. hypogaea* qui se révèle comme la plus dangereuse pour la réinfestation des stocks d'arachide à cause d'une meilleure adaptation à l'arachide que les autres souches. D'après Sembène (non publié), il y aurait un début d'isolement d'une souche *A. hypogaea* propre aux greniers.

Il devient alors évident que bien qu'il puisse exister des différences morphométriques et génétiques entre les populations de *C. serratus* inféodées aux différentes plantes hôtes (Sembène, 1997), leur isolement reproductif total n'est pas établi. Ceci pourrait découler d'échanges quoique faibles d'individus entre d'une part les différentes plantes hôtes, et d'autre part celles-ci et les individus issus des greniers. Ce brassage constituerait ainsi un élément majeur empêchant la spéciation en plusieurs espèces. Les différences évoquées peuvent aussi paraître mineures au point qu'elles ne soient pas déterminantes dans le génome de ces individus. Cependant, cela n'empêche pas que les caractéristiques de la nourriture larvaire influencent réellement les performances des adultes. Ainsi, les différentes souches de *C. serratus* n'ont pas la même capacité à infester l'arachide. En guise d'exemple

on peut rappeler que la souche *B. rufescens* est la moins performante de toutes les souches de *C. serratus* malgré le fait que c'est la seule à disposer de façon permanente d'un substrat de reproduction.

- La température est le principal facteur abiotique qui régit le développement de *C. serratus*. Quand elle est basse, aux environs de 20° C, on assiste à un allongement excessif de la durée de développement. Celui-ci peut alors dépasser cinq mois sans que l'on ne puisse parler de diapause ou de quiescence reproductive. C'est sans doute simplement un ralentissement de certains processus physiologiques liés à la croissance des insectes d'une manière générale. Des températures comprises entre 25 et 30° C sont requises pour un meilleur accroissement des populations de *C. serratus*. Au delà de 35 ° C, elles deviennent nocives. A moins de 19° C, *C. serratus* ne se développe plus.

- Les expériences sur le choix du site de ponte de souches de *C. serratus* montrent une grande plasticité comportementale chez cet insecte. Sur graines, les œufs sont majoritairement déposés sur le tamarin quelle que soit la souche considérée. Cette situation relève vraisemblablement de caractéristiques physiques propres à ces graines, notamment les nombreuses concavités qui sont des logis privilégiés pour abriter les pontes par rapport aux graines à surface lisse. Dès lors, on peut sans doute exclure dans le choix des graines par les femelles toute attraction liée à la nature chimique des substrats. En ce qui concerne les gousses, s'il est généralement admis que les femelles déposent préférentiellement leurs oeufs sur celles où elles ont effectué leur développement larvaire : effet Hopkins (Robert, 1984 ; Ali-Diallo, 1991; Ndiaye, 1991, Sembène 1997), il n'en demeure pas moins que certaines femelles adoptent des comportements singuliers en distribuant leurs pontes préférentiellement sur d'autres supports. Ainsi le hasard semble occuper une place importante dans le déterminisme du choix de ponte chez au moins une frange des populations de *C. serratus*. Les pontes sur des substrats artificiels (Delobel, non publié) ou purement inadéquats pour le développement de la larve (cailloux) y trouvent une explication. C'est sûrement cette catégorie de femelles qui jouent un rôle crucial dans l'infestation de l'arachide à partir des plantes hôtes sauvages, mais aussi dans les pontes sur des substrats inhabituels.

En terme de densité des populations, c'est *B. reticulata* qui en héberge le plus. La durée de développement est plus brève sur les graines de cet arbre que sur les autres hôtes. Le poids des adultes à l'émergence est aussi plus élevé. Si on y adjoint la fécondité assez élevée des femelles de cette souche, on comprend que cette plante ait la meilleure qualité nutritionnelle de toutes les essences qui hébergent *C. serratus*. La plus petite quantité de ressources consommables par rapport aux autres hôtes (excepté *B. rufescens*) (Delobel *et al.*, 2000) corrobore cette affirmation. Les deux campagnes d'échantillonnages ont aussi

révélé l'importance des pontes que reçoivent les gousses de cet arbre. Ces pontes dépassent les capacités nutritives des larves. Le paramètre fondamental est l'aspect physique des gousses. En effet, sous la pression des ^{arthropodes} ~~déprédateurs~~ oophages, les femelles ont tendance à déposer leurs pontes dans des endroits abrités qui leur sont offerts par les nombreuses craquelures de la surface des gousses.

C. sieberiana est certainement la plante hôte la moins prisée par *C. serratus* vu le faible niveau de ponte et l'importance de la quantité de ressources que recèlent les gousses de cette espèce végétale. La mortalité larvaire est aussi assez élevée.

T. indica, qualifié comme la plante d'origine de *C. serratus* (Decelle, 1981) héberge une importante population de la bruche, mais de façon moindre que *B. reticulata*.

Chez ces trois plantes ainsi que dans les stocks d'arachide, l'évolution de l'infestation est du même type. Les populations sont à un très faible niveau au sortir de la saison des pluies (novembre). Cette situation persiste généralement jusqu'en février. La faible proportion de femelles survivantes en début de saison sèche ainsi que les basses températures qui sévissent entre décembre et février représentent les deux facteurs qui maintiennent à un faible niveau les populations et leur activité reproductive. C'est au courant du mois de mars qu'on assiste à une pullulation des adultes et surtout des pontes avec un maximum vers mai-juin. Les adultes disparaissent ensuite progressivement en même temps que se raréfient les gousses à l'approche de l'hivernage. Dans le cas de l'arachide, c'est généralement l'épuisement des stocks qui diminue drastiquement cette évolution, et les pertes engendrées sont énormes en fin de stockage.

B. rufescens, singulier par la production permanente de gousses n'héberge pas pour autant une forte population de bruches. Rappelons que cette souche a une très faible fécondité. Il se pourrait que la disponibilité permanente de la ressource entraîne une adaptation particulière de cette souche (spécialisation). Cela ferait que cette population n'ait pas besoin d'une croissance exponentielle, car elle n'est pas soumise comme chez les autres hôtes à une rareté voire une disparition du substrat de développement. Chez cette espèce l'activité reproductive des femelles est à son paroxysme dès novembre sur les gousses dans l'arbre, par contre celles tombées présentent une dynamique d'infestation semblable aux autres plantes hôtes.

Le comportement des larves pourrait différer selon le type de graines, mais nos observations semblent montrer que chaque larve exploite au plus une graine au cours de son développement. La fréquente miniaturisation d'adultes issus de graines de *B. rufescens* résulte probablement de ce comportement. La précocité de certaines émergences qui coïncident avec les premières maturations de gousses de *B. reticulata* et de *T. indica*

notamment suppose que les larves de *C. serratus* sont capables de se développer dans des gousses vertes. Ainsi il y aurait une évolution concomitante entre la larve et la graine qui l'héberge dans l'arbre. Ces pontes sur gousses vertes paraissent liées à une contrainte à la survie puisqu'elles sont délaissées dès l'apparition de gousses mûrissantes. Au sol, l'avortement du processus de maturation des graines peut provoquer soit la mort de l'insecte par inanition au cas où les ressources accumulées seraient insuffisantes, soit l'émergence d'adultes anormalement petits.

La manière dont les populations de *C. serratus* survivent à la saison des pluies est depuis toujours très discuté. Certains auteurs pensent à une quiescence ou à une diapause (Appert, 1954 ; Varaigne-labeyrie & Labeyrie, 1981 cité par Robert, 1984). Cependant, la récolte d'adultes de *C. serratus* sur les arbres hôtes bien après l'épuisement des gousses, la longévité des adultes nourris qui peut dépasser trois mois au laboratoire (Delobel, 1989 b), et surtout leur aptitude à conserver une partie de leurs ovocytes en l'absence de substrats adéquats pour la ponte nous laissent croire à l'inexistence de ces types d'adaptations. L'eau de pluie, et les inflorescences des plantes jouent certainement un grand rôle dans leur survie parce que les travaux de laboratoire nous ont montré qu'en absence de nourriture les adultes vivent tout au plus un mois et demi à 30-35° C, températures couramment enregistrées pendant la saison des pluies. De surcroît nos expériences d'expositions de gousses sous des *B. reticulata* ainsi que les captures par piégeage nous ont révélé que des individus sexuellement actifs subsistent dans les arbres au moment de la récolte d'arachide. Janzen (1980) pense aussi que les insectes ne quittent pas leur plante hôte. L'infestation de l'arachide au champ dépendra alors de l'existence de populations résiduelles dans les arbres hôtes et de la proximité de ces derniers d'avec les meules d'arachide. Néanmoins la présence de femelles "généralistes" capables de pondre sur des substrats autres que celui d'origine est nécessaire. Cela nous fait penser que chacune des plantes hôtes de *C. serratus* peut être à l'origine de l'infestation de l'arachide, d'où le rôle prépondérant de la structuration de l'agrocénose. Ainsi le niveau des populations lors de l'exposition de la récolte peut revêtir peu d'importance puisque ce ne sont pas toutes les femelles qui sont enclines à pondre sur gousses d'arachide. Bien que *B. reticulata* puisse abriter plus d'individus que les autres plantes hôtes, il faudrait être plus circonspect sur l'origine de l'infestation de l'arachide par *C. serratus* car le rapprochement évoqué par Sembène *et al.* (1998) entre les populations de *B. reticulata* et celles d'arachide peut provenir d'influences (qualité, absence de toxines) de la nourriture larvaire. Enfin nous avons vu certains pieds de *B. reticulata*, réservoirs potentiels de bruches, conserver quelques gousses au cours de l'hivernage, ceci en dehors de notre zone d'étude. Cela réduit considérablement la durée de la période sans gousses. Ce qui ressort des observations précédentes, c'est donc que le

mode d'infestation de l'arachide, variable selon la zone considérée, dépend de la présence et de l'abondance des différentes espèces hôtes de la bruche.

L'évolution des populations de *C. serratus* est grandement influencée par les parasitoïdes. Ces agents régulateurs ont une présence et une efficacité qui paraissent plus dépendante de la plante hôte que du séminivore. Ainsi le principal prédateur oophage *U. caryedoni* qui s'est révélé très abondant et efficace sur *B. reticulata* l'est beaucoup moins sur *T. indica* et est totalement absent dans les stocks d'arachide. Son incapacité à vivre en stock est le principal écueil à l'utilisation de cet auxiliaire pour la lutte biologique. Il est possible qu'il n'y ait pas encore eu suffisamment de contact entre ce parasitoïde et l'arachide, contrairement aux plantes sauvages. Son intérêt réside dans le fait que son action entrave même le début de l'infestation. A l'opposé, les parasitoïdes des stades larvaire et nymphal agissent plus tardivement car les stades réceptifs entament déjà la graine. Le plus couramment rencontré est *Platyspathuis pictipennis*. Il est en mesure d'atteindre des larves à l'intérieur de la coque d'arachide produisant de 1 à 5 adultes par larve parasitée. Cependant, quoiqu'il puisse potentiellement attaquer *C. serratus* sur arachide, le succès paraît trop insignifiant pour qu'on puisse l'utiliser en lutte biologique. De surcroît son aptitude à survivre en stock n'est pas encore avérée. Le fait que les parasitoïdes aient une fécondité inférieure à celle de leurs hôtes contribue également à amoindrir les chances de succès de la lutte biologique.

La zone de Kas Kas est peuplée de *B. reticulata* et de *B. rufescens* qui hébergent d'importantes populations de *C. serratus*. L'arachide coexiste avec ces plantes hôtes de *C. serratus*, mais elle ne paraît pas infestée par cet insecte. Pourtant les variétés qui y sont cultivées sont aussi vulnérables à la bruche que celle de Keur Baka. La présence de gousses mûres chez les plantes hôtes sauvages au moment de la récolte de ces cultures de contre-saison faible soit-elle devrait jouer probablement un rôle dans le confinement des insectes sur leur support naturel. Les pratiques culturales, en provoquant une non coïncidence temporelle, peuvent jouer donc un rôle déterminant dans la lutte contre la bruche de l'arachide. Néanmoins il est clair que les quantités d'arachide irriguée ne sont nullement comparables avec les récoltes des cultures sous pluies. De ce fait, la gestion de ces dernières s'avère plus délicate. Selon Delobel (2000), la souche inféodée à l'arachide existant dans le reste du pays n'est pas parvenue à s'établir durablement dans la zone, mais il n'est pas impossible qu'elle le fasse à la faveur de l'accroissement des échanges commerciaux.

C. crampeli vit sur les mêmes plantes hôtes sauvages que *C. serratus* excepté le tamarinier. Néanmoins cet insecte s'établit préférentiellement sur les gousses tombées à la différence de *C. serratus* qui affectionne davantage celles dans l'arbre. Cela engendre une compétition dont l'intensité est maximale en situation de pénurie. C'est à dire au début de la

formation des gousses et en fin de saison sèche (après les défriches) à un moment où il n'y a pas ou peu de gousses mûres à terre, ce qui contraint *C. crampeli* à visiter les gousses portées par l'arbre.

Les pontes de *C. crampeli* sont insignifiantes sur *C. sieberiana*, et bien qu'elles soient nombreuses sur gousses de *B. reticulata* et *B. rufescens* au sol, les émergences d'adultes y sont infimes. Cette forte mortalité larvaire résulterait vraisemblablement d'un désavantage compétitif par rapport à *C. serratus*. Contrairement à ce dernier, *C. crampeli* n'a pas encore pu coloniser l'arachide quoiqu'il puisse potentiellement s'y développer (expériences réalisées au laboratoire par Delobel *et al.*, 2000). La cause serait probablement une plus grande fidélité à l'hôte chez *C. crampeli*. On peut faire l'hypothèse que l'existence de femelles "généralistes" comme chez *C. serratus* pourrait engendrer l'établissement de *C. crampeli* sur l'arachide à long terme.

Plusieurs recommandations axées sur la prévention contre l'infestation de l'arachide au champ ou l'installation de *C. serratus* dans les stocks d'arachide s'imposent :

- Eloigner le plus loin possible les meules d'arachides des plantes hôtes de *C. serratus*
- Raccourcir le plus possible le temps de séchage au champ
- Décortiquer l'arachide avant sa conservation
- Minimiser les risques d'infestation en évitant les centres de stockage intermédiaires favorables à une généralisation de l'infestation
- Tenir propres les locaux de stockage et utiliser des insecticides pour enrayer l'infestation *in situ* avant chaque nouvelle récolte

Le cas de la vallée du fleuve Sénégal prouve qu'il est possible d'empêcher l'infestation de l'arachide dès le champ. Cependant, la récurrence du problème de la bruche de l'arachide montre que le paysan, acteur principal des différents maillons de la chaîne post-récolte n'est pas encore imprégné des mesures prophylactiques à prendre. C'est pourtant là l'axe de priorité pour la lutte contre les déprédateurs d'une manière générale.

La sensibilité de *C. serratus* à la fraîcheur est à exploiter. Le stockage de l'arachide à des températures inférieures à 19° C inhibe le développement de la larve de cet insecte. La construction des locaux de stockage doit donc tenir compte du facteur ventilation qui ralentit l'activité reproductrice des adultes et le développement larvaire.

L'utilisation de l'énergie solaire pour désinsectiser les stocks d'arachide est une voie à explorer car les études de faisabilité effectuées par Sall (1997) ont été probantes.

Enfin la génétique a un rôle à jouer dans la lutte biologique. Il faudrait modifier suffisamment la structure génétique du parasitoïde *U. caryedoni* de sorte qu'il soit attiré par l'arachide comme c'est le cas avec *B. reticulata*.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Ali-Diallo B., 1991- *Biologie de C. serratus (Ol.) en présence de ses plantes hôtes sur le terrain et en conditions expérimentales*. Thèse, Univ. de Niamey, Tome 1, 103 p.
- Ali-Diallo B., Huignard J., 1993- Oviposition of four strains of *Caryedon serratus* (Olivier) (Coleoptera : Bruchidae) in the presence of pods or seeds of their wild and cultivated host plants. *J. Afr. Zool.*, 107 :113-120.
- Alzouma I., Huignard J., 1981- Données préliminaires sur la biologie et le comportement de ponte dans la nature de *Bruchidius atrolineatus* (Pic) (Coléoptère Bruchidae) dans une zone sud-sahélienne au Niger. *Oecol. Applic.*, 2 (4) : 391-400.
- Anonyme (1970)- Insects not know to occur in the Unites States. *Co-ep. Econ. Insect report.*,20 : 65-66.
- Anonyme, 1982- *Caractéristiques des variétés d'arachide actuellement recommandées au Sénégal*. Doc. Ronéo CNRA Bambey (ISRA, Sénégal), 12 p.
- Anonyme, 1995- La bruche de l'arachide. *Phytoma- La défense des végétaux*, 468 : 45-47.
- Appert J., 1954- La bruche de l'arachide. *Ann. C. R. A. Bambey*, 13 : 184-190.
- Ashby K. R., 1961- The life history and reproductive potential of *Cryptolestes pusillus* (Schönherr) (Col., Cucujidae) at high temperatures and humidities. *Bull. Ent. Res.*, p. 353-361.
- Ashman F., 1963- Factors affecting the abundance of the Copra beetle, *Necrobia rufipes* (Deg.) (Col., Cleridae). *Bulletin of Entomological Research*, 53 (4) : 671-680.
- Autrique A., Perreaux D., 1989- *Maladies et ravageurs des cultures de la région des grands lacs d'Afrique Centrale*. A.G.C.D., n° 24, 232 p.
- Aykroyd W.R., Doughty J., 1964- *Les graines de légumineuses dans l'alimentation humaine*. FAO, n° 19, 143 p.
- Bapfubusa B., Rasplus J. Y., G. Fabres. 1990- L'entomofaune associée aux gousses des légumineuses du genre *Vigna* dans différents habitats de la zone forestière du Centre-Cameroun. *Annls Soc. Ent. Fr. (N.S.)*, 26 (2) : 203-210.
- Begum A., Ahmed M., Seal D. R., 1984- Influence of temperature on population increase of pulse Beetle *Callosobruchus analis* Fabricius (Coleoptera : Bruchidae). *Bangladesh J. Zool.*, 12 (1) : 21-26.
- Belinsky A., Kugler J., 1978- Observations on the biology and host preference of *Caryedon serratus palaestinus* (Coleoptera : Bruchidae) in Israel. *Israel J. Entomol.*, 12 : 19-33.
- Berhaut J. 1967- *Flore du Sénégal*. Ed Clairafrique, 485 p.
- Bertiller M. B., Beeskow A. M., & F. Coronato, 1991- ^aSeasonal environmental variation and plant phenology in arid Patagonia (Argentina). *Journal of Arid Environments*, 21: 1-11.

- Biéumont J. C., 1979- Influence de la plante-hôte et de la copulation sur la levée de l'inhibition du développement ovarien liée à la rétention des ovocytes chez *Acanthoscelides obtectus* (Col., Bruchidae). *Annls Soc. ent. Fr. (N. S.)*, 15 (1) : 93-99.
- Birch L.C., (1953)- Experimental background to the study of the distribution and abundance of insects. I. The influence of temperature, moisture and food on the innate capacity for increase of the three grain beetles. *Ecology*, 34 (4) : 698-711.
- Borowiec L., 1990- New species, new synonyms and new records in the genus *Caryedon* Schönh. (Coleoptera, Bruchidae, Pachymerinae). *Annales Zoologici*, 43 (1) : 373-393.
- Boucher L. & Huignard J., 1987- Transfer of male secretions from the spermatophore to the female insect in *Caryedon serratus* (Ol.) : analysis of the possible trophic role of these secretions. *J. Insect Physiol.*, 33 (12) : 949-957.
- Boucher L. & D. Pierre, 1988- Etude du rythme d'accouplement chez *Caryedon serratus* (Coleoptera : Bruchidae) en condition d'élevage et en conditions naturelles. *Annls Soc. ent Fr. (N. S.)*, 24 (2) : 151-159.
- Bouffil F. & Lauziau R. 1946- Expérimentation de l'insecticide " D.D.T." au Sénégal sur la bruche de l'arachide. *Agron. Trop.*, 1 : 182-183.
- Boughdad A., Y. Gillon, Gagnepain C., 1987- Effect of *Arachis hypogaea* seed fats on the larval development of *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera : Bruchidae). *J. stored Prod. Res.*, 23 (2) : 99-103. CK
- Bruce W. A., Le Cato G. L., 1979- *Pyemotes triticii* : potential biological control agent of stored product insects. In : Recent advances in acarology, Vol. 1, RODRIGUEZ Edit., New York, Academic Press, p. 213-220.
- Brunel E., Cancela Da Fonseca J. P., 1977- Utilisation des séries chronologiques dans l'étude du cycle biologique et des fluctuations de populations de *Psilae rosae* Fabr. (Diptères Psilidae). *Ann. Zool. Ecol. anim.*, 9 (3) : 515-535.
- Calderon M., Donahaye E. and Navarro S., (1967)- The life cycle of the groundnut seed beetle, *Caryedon serratus* (Ol.) in Israel. *Israel J. agric. Res.*, 17 (3) : 145-148.
- Cancela Da Fonseca J. P., 1964- Oviposition and length of adult life in *Caryedon gonagra* (F.) (Col., Bruchidae). *Bull. Entomol. Res.*, 55 : 697-707.
- Cancela Da Fonseca J. P., 1975- Notes sur le taux intrinsèque d'accroissement naturel de la bruche de l'arachide *Caryedon gonagra* (Fab.) (Coleoptera : Bruchidae). *Terre et Vie*, 29 : 71-76. K
- Cangardel H., 1981- Influence de la température et de l'hygrométrie relative sur le développement de deux *Carpophilus*, ravageurs des pruneaux stockés : *Carpophilus ligneus* Murr. et *Carpophilus hemipterus* L. (Col., Nitidulidae). *Oecol. Applic.*, 2 (2) : 181-188. PK

- Cardet C., 1996- *Etude de l'effet insecticide de substances naturelles contre trois Caryedon (Coléoptères, Bruchidae) ravageurs des semences de légumineuses ligneuses au Sénégal*. Laboratoire ORSTOM/ITA, ISRA-PF, 71 p.
- Chaibou M., Pierre D., Biémont J. C. & Pouzat J., (1993)- Existence d'une phéromone sexuelle chez *Caryedon serratus* : attractivité des femelles et réactivité des mâles. *Entomol. Exp. Appl.*, 67 : 253-262.
- Chevalier Aug. 1934- Monographie de l'arachide. I. L'arachide en général. *Rev. Bot. appl.*, 14 : 709-755.
- Cho K. J., Ryoo M. I., Kim S. Y., 1988- Life table statistics of the rice weevil, Sitophilus oryzae (L.) (Coleoptera : Curculionidae) in relation to the preference for rough, brown and polished rice. *Korean J. Entomol.*, 18 (1) : 1-6. etal
- Collatz K.-G., Sohal R. S., 1986- Insect aging. Strategies and mechanisms. *Berlin, Springer-Verlag*, 240 p.
- Conway J. A., 1975- Investigations into the origin, development and control of *Caryedon serratus* attacking stored groundnuts in the Gambia. *Proc. 1st int. Work. Conf. Stored Prod. Entomol.*, Savannah, 554-566.
- Conway J. A., 1983- Notes on biology and ecology of the groundnut seed beetle *Caryedon serratus* (Ol.), (Coleoptera : Bruchidae) under field conditions in Senegambia. *Trop. Stored. Prod. Inf.*, 45 : 11-13.
- Corby H. D. R., 1941- *Report of a study of a pest (Pachymeorus longus Pic) causing damage to groundnuts in the Wurkum district of the Muri Division of Adamwa*. Samaru, Nigeria, Agricultural Department, 15 p.
- Credland P. F., 1990- Biotype variation and host change in *Bruchidius* : causes and effects in the evolution of bruchid pests. *Bruchids and legumes*, Fujii K. et al. Ed., *Kluwer Acad. Publ.*, 271-287.
- Credland P. F., Dick K. M. and A. W. Wright, 1986- Relationships between larval density, adult size and egg production in the cowpea seed-beetle, *Callosobruchus maculatus*. *Ecological Entomology*, 11 : 41-50.
- Danks H. V., 1987- *Insect dormancy : an ecological perspective*. *Biological survey of Canada*. Monograph 1, 439 p. Ottawa.
- Davey P., 1958- The groundnut bruchid, *Caryedon gonagra* (F.). *Bull. Entomol. Res.*, 49 : 385-404.
- De Luca Y., 1967- Réflexions sur l'estimation des pertes alimentaires dues aux Bruchides (Coléoptères). *Rev. Zool. agric. appl.*, 10-12 : 152-154.
- Decelle J. E., 1951- Contribution à l'étude des Bruchidae du Congo Belge (Col. : Phytophaga). *Rev. Zool. Bot. Afr.*, 45 : 172-192.

- Decelle J., 1965- *Afroredon*, un nouveau genre afro-malgache de Bruchidae-Caryedini (Coleoptera Bruchidae). *Rev. Zool. Bot. Afr.*, 71 (3-4) : 213-224.
- Decelle J., 1966- *Bruchus serratus* Ol., 1790, espèce-type du genre *Caryedon* Schönherr. *Rev. Zool. Bot. Afr.*, 74 : 169-174. c/
- Decelle J., 1981- Bruchidae related to grain legumes in the afro-tropical area. *Series entomologica* (V. Labeyrie Ed., Dr. W. Junk Publ.), 19 : 193-197.
- Delobel A., 1983- *Etude des facteurs déterminant l'abondance des populations de la mouche du sorgho*, *Atherigona soccata Rondani* (Diptères Muscidae). Université de Paris-Sud Centre d'Orsay, Orstom-Paris, 127 p.
- Delobel A., 1989 a- *Uscana caryedoni* (Hym.:Trichogrammatidae): Possibilités d'utilisation en lutte biologique contre la bruche de l'arachide, *Caryedon serratus* (Col.:Bruchidae). *Entomophaga*, 34 (3) : 351-363.
- Delobel A., 1989 b- Influence des gousses d'arachide (*Arachis hypogea*) et de l'alimentation imaginaire sur l'ovogenèse, l'accouplement et la ponte chez la bruche *Caryedon serratus*. *Entomol. exp. appl.*, 52 : 281-289.
- Delobel A., 1995- The shift of *Caryedon serratus* Ol. From wild Caesalpiniaceae to groundnuts took place in west Africa (Coleoptera : Bruchidae). *J. stored Prod. Res.*, 31 (1) : 101-102. f/
- Delobel A., 2000- *Comportements de ponte chez les Caryedon* (Olivier). Laboratoire ITA/IRD de Protection des stocks, 23 p.
- Delobel A., Delobel H., Tran M., Sembène M., Han S. H. 1995- Observations sur les relations trophiques entre les bruches du genre *Caryedon* (Coléoptères, bruchidae) et leurs plantes hôtes sauvages au Sénégal. *Bull. Inst. Fond. Af. Noire Cheikh Anta Diop, Dakar, sér. A*, 48 : 79-88.
- Delobel A., Diouf O., Kane A., Mayeux A., Tran M., 1996- *Conservation de l'arachide en milieu paysan : analyse des pertes post-récoltes, relation Insectes/Aflatoxine, essai de protection*. Laboratoire de protection des Stocks ITA/Orstom, Dakar, CERAAS, Bambey, ITA, Laboratoire des Mycotoxines, Dakar, ISRA/CIRAD, Bambey, 23 p.
- Delobel A., Lubega M., 1983- Rainfall as a major mortality factor in the sorghum shootfly. *Trop. Pest Management* (sous presse).
- Delobel A., Tran M., 1993- *Les Coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chaudes*. CTA et ORSTOM, 424 p.
- Delobel A., Tran M., Sembène M., 2000- Influence du choix alimentaire sur la fécondité et le développement larvaire des *Caryedon* des légumineuses (Coléoptères Bruchidae) au Sénégal. *Ann. Soc. Entomol. Fr. (N.S.)*, 36 (1) : 61-73.
- Delobel A.G. L., Unnithan G. C., 1983- Influence des températures constantes sur les caractéristiques des populations d'*Atherigona soccata* (Diptères muscidae). *Oecol. Applic.*, 4 (4) : 351-368.

- Diallo B., Pierre D., 1990- Importance des plantes sauvages sur la contamination des stocks d'arachide (*Arachis hypogea*) par *Caryedon serratus* Ol. (Coléoptère, Bruchidae). *In* : La post-récolte en Afrique. Actes du séminaire international tenu à Abidjan Côte d'Ivoire 29 janvier au 1^{er} Février. Ed. K. Foua-Bi, B. J. R. Philogène, p. 125-131.
- Dick K. M., 1987- Losses caused by insects to groundnuts stored in a warehouse in India. *Trop. Sci.*, 27 : 65-75.
- Dickinson J. L., 1992- Egg cannibalism by larvae and adults of the milkweed leaf beetle (*Labidomera clivicollis*, Coleoptera : Chrysomelidae). *Ecological Entomology*, 17 : 209-218.
- Doutt R. L., Viaggini G., 1968- The classification of the Trichogrammatidae (Hymenoptera: Calcidoidae). *Proc. Calif. Acad. Sci.*, 35 (20) : 477-586.
- Ducom P., 1996- Lutte chimique contre les insectes des grains stockés. *In* : Post-récolte. Principes et applications en zone tropicale. Univ. Franc., Estem/Aupelf, p. 105-140.
- Fox C. W., Mousseau T. A., 1996- Larval host plant affects fitness consequences of egg size variation in the seed beetle *Stator limbatus*. *Oecologia*, 107 : 541-548.
- Gagnepain C., Gillon Y., Leroux J.- M., 1986- *Caryedon serratus* (Col. Bruchidae), principal insecte consommateur des gousses de *Piliostigma thonningii* (Caesalpiniaceae) en savane de Lamto (Côte-d'Ivoire). *Annls Soc. ent. Fr. (N. S.)*, 22 (4) : 457- 467.
- Gagnepain C., Rasplus J. Y. 1989- *Caryedon serratus* and its parasitoids in the savann around Lamto, Ivory Coast. *Entomophaga*, 34 : 559-567.
- Giffard P. L., 1971- *L'arbre dans la paysage sénégalais. Sylviculture en zone tropicale.* Centre Technique Forestier tropical, 423 p.
- Giga D. P., Smith R. H., 1987- Egg production and development of *callosobruchus rhodesianus* (Pic) and *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera : Bruchidae) on several commodities at two different temperatures. *J. stored Prod. Res.*, 23 (1) : 9-15.
- Gillier P., Bockelée-Morvan A., 1979- La protection des stocks d'arachide contre les insectes. *Oléagineux*, 34 (3) : 131-136.
- Gillier P. et P. Sylvestre. 1969- *L'arachide. Techniques agricoles et productions tropicales.* Ed. G.-P Maisonneuve & Larose, 292 p.
- Gillon Y., Rasplus J. Y., Boughdad A., Mainguet A. M., 1992- Utilisation de légumineuses par un peuplement de Bruchidae et d'Anthribidae en zone de mosaïque forêt-savane. *J.Afr. Zool.*, 106 : 421-443.
- Green A. A., (1959)- The control of insects infestation groundnuts after harvest in the Gambia I. A study of the groundnut borer *Caryedon gonagra* (F.) under field conditions. *Trop. Sci.*, 1 (3) : 200-205.

- Grouzis M., 1997- *Réhabilitation des terres dégradées au nord et au sud du Sahara. Utilisation de légumineuses pérennes et des microorganismes associés pour l'établissement de formations pluristrates. Rapport final.* IRA (Tunisie), ISRA/DRPF, Université de Tuscia (Italie), CEFEC/CNRS L. Emberger (France), Orstom (Tunise), 476 p.
- Hagstrum D. W., Leach C. E., 1973- Role of constant and fluctuating temperatures in determining development time and fecundity of three species of stored-products Coleoptera. *Ann. ent. Soc. Am.*, 66 (2) : 407-410.
- Hagstrum D. W., Milliken G. A., 1988- Quantitative analysis of temperature, moisture, and diet factors affecting insect development. *Ann. entomol. Soc. Am.*, 81 (4) : 539-546.
- Halevy G. & G. Orsham, 1973- Ecological studies on Acacia species in the Negev and Sinai. II. Phenology of *Acacia raddiana*, *A. tortilis* and *A. gerrardii ssp negevensis*. *Israel Journal of Botany*, 22 : 120-138.
- Harari A.R., Ben-Yakir D., Chen M., D. Rosen, 1997 a- Life and fertility-Tables of *Maladera matrida* (Coleoptera : Scarabaeidae). *Environ. Entomol.*, 26 (5) : 1073-1078.
- Harari A.R., Ben-Yakir D., Chen M., D. Rosen, 1997 b- Populations dynamics of *Maladera matrida* (Coleoptera : Scarabaeidae) in peanut fields in Israel. *Environ. Entomol.*, 26 (5) : 1040-1048.
- Harari A.R., Ben-Yakir D., Chen M., D. Rosen, 1998- Temperature-dependant developmental models for predicting the phenology of *Maladera matrida* (Coleoptera : Scarabaeidae). *Environ. Entomol.*, 27 (5) : 1220-1228.
- Hertz M., Johnson C. D., 1988- Hymenopterous parasites of some bruchid beetles of north and central America. *Journal of Stored Product Research*, 24 : 131-143.
- Howe R. W., 1953- The effects of temperature and humidity on the length of the life cycle of *Dermestes frischii* Kug. (Col., Dermestidae). *The entomologist*, 86 (5) : 109-113.
- Howe R. W., 1956- The effect of temperature and humidity on the rate of development and mortality of *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera, Tenebrionidae). *Ann. appl. Biol.*, 44 (2), 356-368.
- Howe R. W., Currie J. E., 1964- Some laboratory observations on the rates of development, mortality and ovoposition of several species of Bruchidae breeding in stored pulses. *Bull. Ent. Res.*, 55 (3) : 437-477.
- Huignard J., 1985- Importance des pertes dues aux insectes ravageurs des graines : problèmes posés par la conservation des légumineuses alimentaires, source de protéines végétales. *Cah. Nutr. diét.*, 20 (3) : 193-199.

- Huignard J., Leroi B., Alzouma I., Germain J. F., 1985- Oviposition and development of *Bruchidius atrolineatus* (Pic) and *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera : Bruchidae) in *Vigna unguiculata* (Walp) cultures in Niger. *Insect Sci. Applic.*, 6 (6) : 691-699.
- Huignard J., Leroi B., 1981- Influence of adult food on the reproduction of virgin females of an *Acanthoscelides obtectus* strain originating from Colombian altiplanos. *Experientia*, 37 : 831-833.
- Huignard J., Dupont P., and Tran B., 1990- Coevolutionary relations between Bruchids and their host plants. The influence on the physiology of the insects. *Bruchids and Legumes*, Fujii K., et al. Ed., Kluwer Acad. Publid., 171-179.
- Janzen D. H., 1980- Specificity of seed-attacking beetles in a Costa Rica deciduous forest. *J. Ecol.*, 68 : 929-952.
- Johnson C. D., Slobodchikoff C. D., 1979- Coevolution of (Leguminosae) and its seed beetle predators (Bruchidae). *Environ. Entomol.*, 8 (6) : 1059-1064.
- Kawamoto H., Sinha R. N., & Muir W. E., 1989- Effects of temperature on adult survival and potential fecundity of the Rusty Grain Beetle, *Cryptolestes ferrugineus*. *Appl. Ent. Zool.*, 24 (4) : 418-423.
- Kawamoto H., Sinha R. N., & Muir W. E., 1990- Effects of temperature and relative humidity on egg development of *Cryptolestes ferrugineus* compared with *C. pusillus* (Coleoptera : Cucujidae). *Appl. Ent. Zool.*, 25 (1) : 35-41.
- Kerharo J., Adam J. D., 1974- *La pharmacopée sénégalaise traditionnelle. Plantes médicinales et toxiques*. Ed. Vigot frères, Paris, 480 p.
- Kingsolver J. M., 1992- *Caryedon serratus* (Olivier) new to continental United States (Coleoptera : Bruchidae). *Insecta Mundi*, 6 (1) : 22 p.
- Kistler R. A., 1995- Influence of temperature on populations within a guild of mesquite bruchids (Coleoptera : Bruchidae). *Environ. Entomol.*, 24 (3) : 663-672.
- Labeyrie V., 1981- Vaincre la carence protéique par le développement des légumineuses alimentaires et la protection de leurs récoltes contre les bruches. *Food and nutritional Bulletin*, 3 (1) : 24-38.
- Labeyrie V., 1991- Les vertus des parasites. *Sciences & Avenir - H. S.*, 83 : 26-30.
- Larsson S., Ekbohm B., 1995- Oviposition mistakes in herbivorous insects : confusion or a step towards a new host plant ? *Oikos*, 72 (1) : 155-160.
- Le Borgne J. 1988- *La pluviométrie au Sénégal et en Gambie*. U.C.A.D.-F.L.S.H. Département de Géographie. Laboratoire de Climatologie, 93 p.
- Lewis W. J. and Martin W.R., 1990- Semiochemicals for use with parasitoids : status and future. *Journal of Chemical Ecology*, 16 (11) : 3067-3089.

- Loschiavo S. R. & Smith L. B., 1986- Population fluctuations of the rusty grain beetle, *Cryptolestes ferrigineus* (Coleoptera : Cucujidae), monitored with insect traps in wheat stored in a steel granary. *Can. Ent.*, 118 : 641-647.
- Loschiavo S.R., White N. D. J., 1986- Effects of diet and population density on larval development and pupal weight of *Tribolium confusum*. *Can. Entomol.*, 113 : 733-734.
- Mabberly D. J., 1993- *The Plant-Book. A portable dictionary of the higher plants.* Cambridge university Press, 707 p.
- Mapangou-Divassa S., 1985- *Sensibilité à la bruche Caryedon serratus Ol. (Col. Bruchidae) de quelques variétés d'arachide cultivées en République Populaire du Congo.* Mem. univ. M. Ngouabi, Brazzaville, 80 p.
- Mapongmetsem P-M., Duguma B., Nkongmeneck B.A., Puig H., 1998- Déterminisme de la défeuillaison chez quelques essences forestières tropicales du Cameroun. *Rev. Ecol. (Terre vie)*, 53 : 193-210.
- Matokot L., Mapangou-Divassa S., Delobel A., 1987- Evolution des populations de *C. serratus* (Ol.) (Coleoptera : Bruchidae) dans les stocks d'arachide au Congo. *Agr. Trop.*, 42 (1) : 69-74.
- Mital V. P. & S. S. Khanna, 1967- A note of Tamarind Bruchid (*Caryedon ganagra* Fabricius) (Brucidae, Coleoptera), a serious pest of stored tamarind (*Tamarindus indica* L.) and others leguminous seeds of economic importance. *Agra univ. J. Res.*, 16 (2) : 99-101.
- Monge J. P. & Huignard J., 1991- Population fluctuations of two brucid species *Callosobruchus maculatus* (F.) and *Bruchidius atrolineatus* (Pic) (Coleoptera : Bruchidae) and their parasitoids *Dinarmus basalis* (Rondani) and *Eupelmus vuilleti* (Crawford) (Hymenoptera, Pteromalidae, Eupelmidae) in a storage situation in Niger. *J. Afr. Zool.*, 105 : 187-196.
- Monge J-P., Lenga A., Huignard J., 1989- Induction of reproductive diapause in *Bruchidius atrolineatus* during the dry season in a sahelian zone. *Entomol. exp. appl.*, 53 : 95-104.
- Ndiaye S., 1991- *La bruche de l'arachide dans un agrosystème du Centre-Ouest du Sénégal : Contribution à l'étude de la contamination en plein champ et dans les stocks de l'arachide (Arachis hypogea L.) par Caryedon serratus (Ol.) (Coleoptera, Bruchidae) ; rôle des légumineuses hôtes sauvages dans le cycle de cette bruche.* Thèse, Université de Pau et des Pays de l'Adour C. U. R. S., 96 p.
- Ndiaye S., Jarry M., 1990- Importance de certaines légumineuses arborées et arbustives au Sénégal dans le cycle de *Caryedon serratus* Ol. (Coléoptère, Bruchidae), et influence sur la contamination en plein champ de l'arachide (*Arachis hypogea* L.). *Proc. 5th Working conf. On stored Product Protection*, 3 : 1663-1669. o/
- Nuttall R. M., 1989- Stimulated population dynamics of a stored-products' pest (*Ptinus tectus*, Coleoptera). *Ecological Modelling*, 48 : 291-313.

- Pajni H. R., Mann B. K., 1979- Some aspects of the biologie of *Caryedon serratus* (Ol.) (Coleoptera : Bruchidae). *Bull. Grain Tech.*, 17 (1) : 43-47.
- Pic M., 1924- Nouveautés diverses. *Mélanges exotico-entomologiques*, 42 : 1-32.
- Pielou E. C., 1974- *Population and community ecology*. Gordon & Breach Science Publishers, New York, Paris, London.
- Pierre D., J. Huignard, 1990- The biological cycle of *Caryedon serratus* Boh (Coleoptera, Bruchidae) on one of its host plants *Bauhinia rufescens* Lam. (Caesalpinioideae) in a sahelian zone. *Acta Oecologica*, 11 (1) : 93-101.
- Pointel J. G., 1980- *Rapport de Mission au Sénégal. Appui au programme stockage de l'ISRA du 27 novembre au 9 décembre 1979*. Ronéo, Paris, IRAT, 97 p.
- Pointel J. G., Deuse J. P. L., S. Hernandez, 1979- Evaluation et évolution de l'infestation de stocks expérimentaux d'arachides en coque au Sénégal par *Caryedon gonagra* F. (Coleoptera : Bruchidae). *Agronomie Tropicale.*, 34 (2) : 196-200.
- Poupon H., 1980- Etude de la phénologie de la strate ligneuse à Fété-Olé (Sénégal septentrional) de 1971 à 1977. *Bull. I.F.A.N., Ecol. Végét. Orstom.*, 41 (1) : 44 85.
- Pouzat J., (s. d.)- Effet des stimulations provenant de la plante-hôte, le haricot (*Phaseolus vulgaris*) sur le comportement de ponte de la bruche du haricot (*Acanthoscelides obtectus* Say). Comportement des insectes et milieu trophique. *Coll. Intern. CNRS*, 265 : 115-131.
- Prevelt P. F., 1965- The genus *Caryedon* in Northern Nigeria, with description of six new species (Col. Bruchidae). *Ann. Soc. Ent. Fr. (N.S.)*, 1 (3) : 523-547.
- Prevelt P. F., 1966- Observations on biology in the genus *Caryedon* Schönherr (Coleoptera : Bruchidae) in Northern Nigeria, with a list of associated parasitic hymenoptera. *Proc. R. ent. Soc. Lond.*, 41 (1-3) : 9-16.
- Prevelt P. F., 1967 a- The larvae of *Caryedon serratus* (Ol.) : the groundnut seed beetle (Coleoptera : Bruchidae). *J. stored Prod. Res.*, 3 : 117-123.
- Prevelt P. F., 1967 b- Notes on the biology, food plants and distribution of Nigerian Bruchidae (coleoptera), with particular reference to the northern region. *Bull. Ent. Soc. Nigeria*, 1 : 3-6.
- Price P. W., Bouton C. E., Gross P., McPherson B. A., Thompson J. E., Weis A. E., 1980- Interactions among tree levels : Influence on plants of interactions between insect herbivores and natural enemies. *Ann. Rev. Ecol. Sys.*, 11 : 41-65.
- Rasplus J. Y., 1988- *La communauté parasitaire des Coléoptères séminivores de légumineuses dans une mosaïque forêt-savane en Afrique de l'Ouest (Lamto-côte d'Ivoire)*. Thèse, Université d'Orsay-Paris XI, 437 p.

- Rasplus J. Y. , 1988 a- Nouvelles espèces d'Eurytomidae principalement parasites de Coléoptères séminivores de légumineuses en Côte d'Ivoire (Lamto) (Hymenoptera Chalcidoidea). *Bull. Zool. agr. Bachic.*, 20 (2) : 89-114.
- Rasplus J. Y. , 1988 b- Description de deux nouvelles espèces du genre *Anisopteromalus* Rutschaka. Clé des espèces afrotropicales (Hym., Pteromalidae). *Bull. Soc. ent. Fr.*, 93 (3-4) : 119-127.
- Rasplus J. Y. , 1990 a- Nouvelles espèces afrotropicales du genre *Entedon* Dalman et notes sur leur biologie. *Bull. Soc. ent. Fr.*, 94 (7-8) : 223-245.
- Rasplus J. Y. , 1990 b- structure spatio-temporelle d'une communauté parasitaire inféodée aux coléoptères séminivores de Légumineuses à Lamto (RCI). *Bull. Soc. ent. Fr.*, 95 (1-2) : 5-15.
- Risbec J., 1948- Dans quelle mesure la menace des insectes affecte-t-elle la production de l'arachide. *Rev. Bot. appl. Agric. trop.*, 311-312 : 381-389.
- Robert P., 1984- *Contribution à l'étude de l'écologie de la bruche de l'arachide : Caryedon serratus Ol. (Coleoptère, Bruchidae) sur ses différentes plantes hôtes.* Thèse, Université François Rabelais de Tours, Tome 1, 122 p.
- Robert P., 1985- A comparative study of some aspects of the reproduction of the three *Caryedon serratus* strains in presence of its potential host plants. *Oecologia* (Berlin), 65 : 425-430.
- Robert P., Huignard J., Nuto Y., 1982- Host plant changes in several populations of *Caryedon serratus*. *Proc. 5th int. Symp. Insect-Plant Relationships, Wageningen*, 441-442.
- Roubaud E., 1916- Les insectes et la dégénérescence des arachides au Sénégal. *Mém. Comité Etudes Hist. Scient., A.O.F.*, 1 : 363- 438.
- Ryoo M. I., Cho K-J., 1988- A model for the temperature-dependant developmental rate of *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera : Curculionidae) on rice. *J. stored Prod. Res.*, 24 (2) : 79-82.
- Sagna R., 1998 - Extrait du "Soleil". 28^{ème} année. N° 8575 ISSN 0850 / 0703.
- Sagnia S. B., 1994- Mortality factors affecting *Callobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera : Bruchidae) under fields conditions in Niger. *J. stored Prod. Res.*, 30 (1) : 71-74.
- Sagot R. & Bouffil F., 1935- Etudes sur la bruche de l'arachide (*Pachymedrus acaciae*). *Bull. Comm. AOF*, 18 : 79-91.
- Sall A., 1997- *Méthodes physiques de protection des stocks d'arachide contre la bruche C. serratus (Olivier) : étude de faisabilité d'une technique de solarisation.* Mém.Ing. Agr., ENSA, DPV, 57 p.
- Schoonhoven A.V., 1978- Use of vegetable oils to protect stored bean from bruchid attack. *J. Econ. Entom.*, 71 (2), 254-256.

- Seck A., 1977- *Le Sénégal dans le monde*. In : Atlas du Sénégal, 147 p.
- Sembène M., 1997- *Modalités d'infestation de l'arachide par la bruche *Caryedon serratus* en zone soudano-sahélienne : identification morphométrique et génétique de populations sauvages et adaptées*. Thèse, Univ. Cheikh Anta Diop, Dakar, 128 p.
- Sembène M., Brizard J. P. & A. Delobel, 1998- Allozyme variation among populations of the groundnut Seed-Beetle, *Caryedon serratus* (Ol.) in Senegal. *Insect Sci. Applic.*, 18 (1) : 77-86.
- Sembène M. & Delobel A., 1996- Identification morphométrique de populations soudano-sahéliennes de bruche de l'arachide, *Caryedon serratus* (Olivier) (Coleoptera : Bruchidae). *Journal of African Zoology*, 110 : 357-366.
- Sembène M. & Delobel A., 1998- Genetic differentiation of groundnut seed-beetle populations in Senegal. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 87 : 171-180.
- Singal S. K., Toky O. P., 1990- Cary over of bruchid, *Caryedon serratus* (Olivier) (Coleoptera) from field to stores through seeds of *Acacia nilotica* (L.) Willd. in India. *Tropical pest Management*, 36 (1) : 66-67. /o
- Singer M. C., Ng D., Thomas C. D., 1988- Heritability of oviposition preference and its relationship to offspring performance within a single insect population. *Evolution*, 42 (5) : 977-985.
- Smith L., 1993- Host size preference of the parasitoid *Anisopteromalus Calandrae* (Hym. : Pteromalidae) on *Sitophilus zeamais* (Col. : Curculionidae) larvae with a uniform age distribution. *Entomophaga*, 38 (2) : 225-233. e/
- Southgate B. J., 1979- Biology of the Bruchidae. *Ann. Rev. Entomol.*, 24 : 449-473.
- Southgate B. J., Pope R. D., 1957- The groundnut seed beetle, a study of its identity and taxonomic position. *Ann. Magaz. Natur. Hist.*, 12 (10) : 669-672.
- Steffan J. R., 1981- The parasites of bruchids. *La Hague, Series Entomologica*, 19 : 223-229.
- Stewart C. A., Chapman R. B., Emberson R. M., Syrett P., Frampton C. M. A., 1999 a- The effect of temperature on the developemnt and survival of *Agasicles hygrophila* Selman & Vogt (Coleoptera : Chrysomelidae), a control agent for alligator weed (*Alternanthera phyloxeroïdes*). *New Zeland Journal of Zoology*, 26 : 11-20.
- Stewart C. A., Chapman R. B., Barrington A. M., Frampton C. M. A., 1999 b- Influence of temperature on adult longevity, oviposition and fertility of *Agasicles hygrophila* Selman & Vogt (Coleoptera : Chrysomelidae). *New Zeland Journal of Zoology*, 26 : 191-197.
- Sukprakarn C., Tauthong P., (1981)- Stored product insects research in Thaïlande. *Biotrop Spec. Publ.*, 9 : 77-86. k

- Tenabe S. O., Greiling J. 1983- Studies on the performance of the fly emerging from groups of laboratory bred puparia *Glossina palpalis palpalis* in different weight classes. *Seventeenth Meeting, International Scientific Council for Trypanosomiasis Research and Control, Arusha, Tanzania*, 1981, p. 508-512. no/
- Thomas D. B., 1997- Degree-day accumulations and seasonal duration of the pre-imaginal stages of the mexican fruit fly (Diptera : Tephritidae). *Florida Entomologist*, 80 (1) : 71-79.
- Udayagiri S. & Wadhi S. R., 1989- Catalog of Bruchidae. *Mem. Amer. Ent. Inst.*, no. 45.
- Ueno U., Fujiyama N., Katakura H., 1997- Genetic basis for different host use in *Epilachna pustulosa*, a herbivorous ladybird beetle. *Heredity*, 78 : 277-283.
- Van Alebeek F. A.N., 1994- The functional response of *Uscana lariophaga* Steffan (Hym. : Trichogrammatidae) under different egg distributions of its host *Callosobruchus maculatus* L. (Col. : Bruchidae). *Proc. 6th intern. work. Conf. stored-prod. Prot.*, 2 : 1152-1157.
- Van Alebeek F., 1996- *Foraging behaviour of the egg parasitoid Uscana lariophaga towards biological control of bruchid pests in stored cowpea in west Africa*. Thesis, Landbouwniversiteit Wageningen, 176 p.
- Van Huis A., Arendse P. W., schilthuisen M., Wieggers P. P., Heering H., Hulshof M., Kaashoek N. K., 1994- *Uscana lariophaga*, egg parasitoid of bruchid beetle storage pests of cowpea in West Africa : the effect of temperature and humidity. *Entomol. exp. appl.*, 70 : 41-53.
- Van Huis A., De Rooy M., 1998- The effect of leguminous plant species on *callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae) and its parasitoid *Uscana lariophaga* (Hymenoptera : Trichogrammatidae). *Bull. Ent. Res.*, 88 : 93-99.
- Varaigne-Labeyrie C. & Labeyrie V., 1981- First data on Bruchidae which attack the pods of legumes in Upper Volta of which in eight species are man consumed. In "The ecology of bruchids attacking legumes (pulses)", 83-96, V. Labeyrie ed., Junk publis, The Hague, 233 p.
- Viera Da Silva J. (1988)- Amélioration et physiologie de l'arachide en région semi-aride. *Coll. FIS, Madagascar*, 113-120.
- Vinson S.B., 1984- How parasit locate their host : a cause of insect espionage. In : Insect communication, T. LEWIS ed., Academic Press, Londres, 325-348.
- Wagner T. L., Wu H.-I, Feldman R. L., Sharp P. J. H., Coulson R. N., 1985- Multiple-cohorte approach for stimulating development of insect populations under variable temperatures. *Forum : Ann. Entomol. Soc. Am.*, 78 : 691-704.
- Wermelinger B., Seifert M., 1999- Temperature-dependent reproduction of the spruce bark beetle *Ips typographus*, and anlysis of the potential population growth. *Ecological Entomology*, 24 : 103-110.

- Wiklund C., 1974- Oviposition preferences in *Papilio machaon* in relation to the host plants of the larvae. *Ent. exp. & appl.*, 17 : 189-198.
- Wiklund C., 1981- Generalist vs. specialist oviposition behaviour in *Papilio machaon* (Lepidoptera) and functional aspects on the hierarchy of oviposition preferences. *Oikos*, 36 : 163-170.
- Williams J. O., 1980- Note on bruchidae associated with stored products in Nigeria. *Tropical Grain Legume Bulletin*, 21 : 5-10.

ANNEXES

Annexe 1 : Corrélation entre les paramètres durée de développement, poids et fécondité de souches de *C. serratus* élevées sur les graines de leur hôte d'origine

Souche/Corrélation	Ponte-émergence/Poids	Poids/Fécondité
<i>A. hypogaea</i>	$y = -0,2971x + 35,365$ $R^2 = 0,2591$; $r = 0,51$ (S* à 1%)	$y = 2,3864x - 18,047$ $R^2 = 0,185$; $r = 0,43$ (S* à 1%)
<i>T. indica</i>	$y = -0,0893x + 24,734$ $R^2 = 0,006$; $r = 0,077$ (NS)	$y = 4,0063x - 11,497$ $R^2 = 0,1612$; $r = 0,4$ (S*)
<i>B. reticulata</i>	$y = -0,0442x + 24,488$ $R^2 = 0,001$; $r = 0,03$ (NS)	$y = 2,2255x + 4,3725$ $R^2 = 0,1599$; $r = 0,4$ (NS)
<i>B. rufescens</i>	$y = -0,3826x + 30,487$ $R^2 = 0,1508$; $r = 0,388$ (S* à 5%)	$y = 1,3419x - 1,9149$ $R^2 = 0,0603$; $r = 0,245$ (NS)
<i>C. sieberiana</i>	$y = -0,2564x + 27,99$ $R^2 = 0,1008$; $r = 0,317$ (S* à 5%)	$y = -0,7882x + 31,606$ $R^2 = 0,0161$; $r = 0,1269$ (NS)

S* : corrélation significative

NS : corrélation non significative

Annexe 2

Tableaux (a) à (d) : Développement des souches sauvages de *C. serratus* : comparaison entre graines "sauvages" et graines d'arachide. Les valeurs suivies d'une astérisque indiquent une différence non significative au seuil de 5 %. Dans tous les autres cas, l'analyse révèle une différence à ce même seuil.

(a) : Durée Ponte-tissage du cocon

	Souches sauvages sur graines d'origine	Souches sauvages sur graines d'arachide	Différence	
			en jours	en %
<i>T. indica</i>	19,5	22,3	+ 2,78	14,2 %
<i>B. reticulata</i>	19	20,2	+ 1,21	6,4 %
Graines <i>B. rufescens</i>	24,9	19,2	- 5,73	- 23%
<i>C. sieberiana</i>	24,2	30	+ 5,7	23,4 %
moyenne	21,9	22,9	-	-

(b) : Durée Ponte-émergence de l'adulte

	Souches sauvages sur graines d'origine	Souches sauvages sur graines d'arachide	Différence	
			en jours	en %
<i>T. indica</i>	36,1	42	+ 5,9	16,3 %
<i>B. reticulata</i>	34	45,1	+ 11,13	33 %
Graines <i>B. rufescens</i>	39,6	48,2	+ 8,58	21,7 %
<i>C. sieberiana</i>	37,8	45,4	+ 7,65	20,2 %
moyenne	36,9	45,2	+ 8,3	+ 22,8 %

(c) : Poids des adultes à l'émergence

	Souches sauvages sur graines d'origine	Souches sauvages sur graines d'arachide	Différence	
			en mg	en %
<i>T. indica</i>	21,5	22,8	+ 1,3*	6 %
<i>B. reticulata</i>	23	20,8	- 2,2	- 9,5 %
Graines <i>B. rufescens</i>	15,3	16,7	+ 1,4	9,1 %
<i>C. sieberiana</i>	18,3	22,3	+ 4	22 %
moyenne	19,5	20,6	-	-

(d) : Fécondité

	Souches sauvages sur graines d'origine	Souches sauvages sur graines d'arachide	Différence	
			en valeur	en %
<i>T. indica</i>	72	29,8	- 42,2	6 %
<i>B. reticulata</i>	51,6	43,3	- 8,3*	- 9,4 %
Graines <i>B. rufescens</i>	17,9	16,1	- 1,8*	8,8 %
<i>C. sieberiana</i>	17	47,4	+ 30,38	+ 178,7 %
moyenne	39,6	34	-	-

Tableau (e) à (h): Développement de *C. serratus* sur graines "sauvages" : comparaison entre souches sauvages et souche arachide. Les valeurs suivies d'une astérisque indique une différence non significative au seuil de 5 %. Dans tous les autres cas, l'analyse révèle une différence à ce même seuil.

(e) : Durée Ponte-tissage du cocon

	Souches sauvages sur graines d'origine	Souche arachide sur graines sauvages	Différence	
			en jours	en %
<i>T. indica</i>	19,5	23,48	+ 3,98	20 %
<i>B. reticulata</i>	19	24,15	+ 5,15	27 %
Graines <i>B. rufescens</i>	24,9	25,6	+ 0,7*	2,8 %
<i>C. sieberiana</i>	24,2	24,78	+ 0,58*	2,4 %
moyenne	21,9	24,4	+ 2,6	+ 13 %

(f) : Durée Ponte-émergence de l'adulte

	Souches sauvages sur graines d'origine	Souche arachide sur graines sauvages	Différence	
			en jours	en %
<i>T. indica</i>	36,1	41,4	+ 5,3	14,7 %
<i>B. reticulata</i>	34	39,9	+ 5,86	17,2 %
Graines <i>B. rufescens</i>	39,6	40	+ 0,47*	1,2 %
<i>C. sieberiana</i>	37,8	41	+ 3,2	8,5 %
moyenne	36,9	40,6	3,7	10,4 %

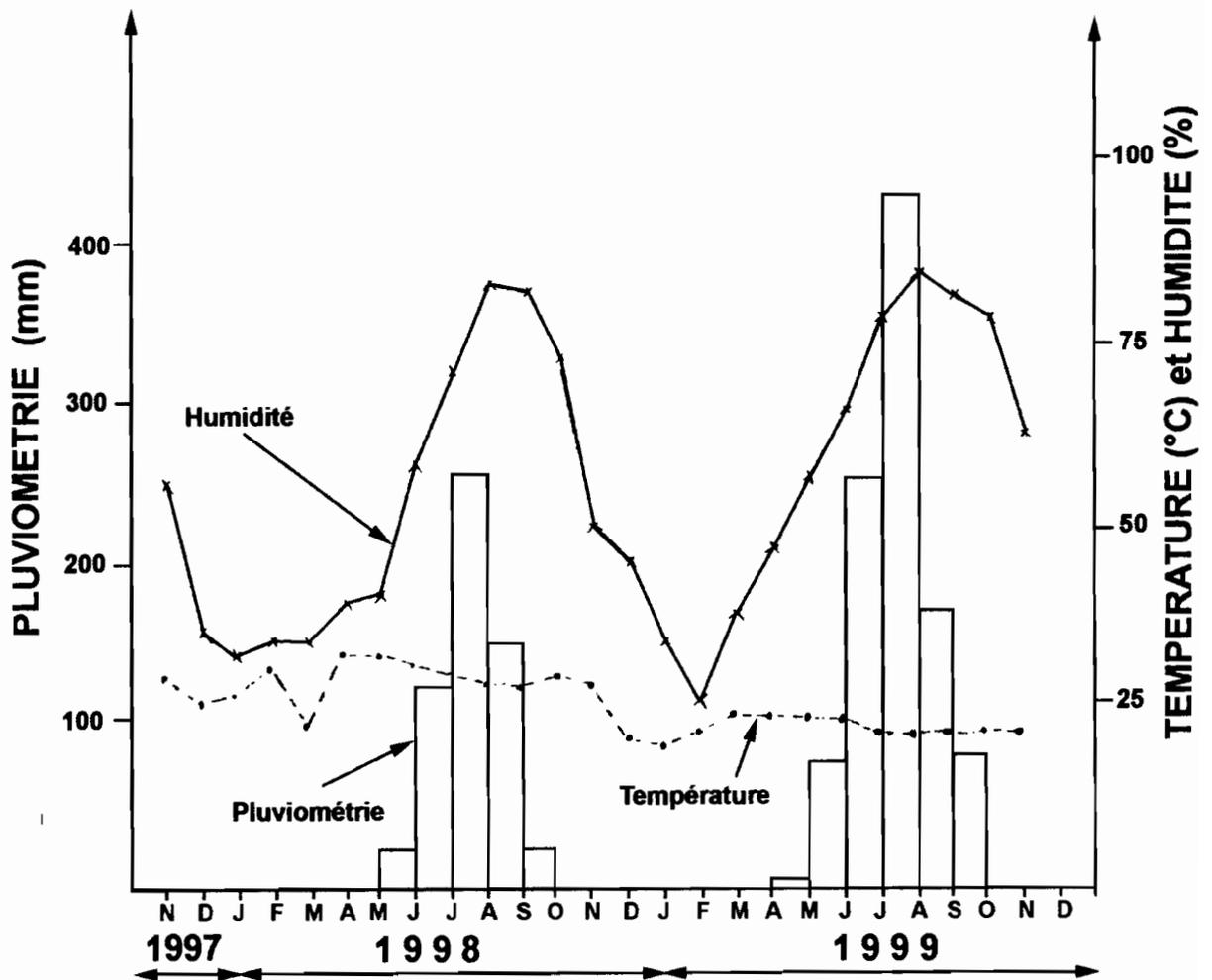
(g) : Poids des adultes à l'émergence

	Souches sauvages sur graines d'origine	Souche arachide sur graines sauvages	Différence	
			en mg	en %
<i>T. indica</i>	21,5	21,1	- 0,4*	- 2 %
<i>B. reticulata</i>	23	19	- 4	- 17,4 %
Graines <i>B. rufescens</i>	15,3	13,9	- 1,4	- 9 %
<i>C. sieberiana</i>	18,3	13,4	- 4,9	- 27 %
moyenne	19,5	16,9	-2,7	-13,9 %

(h) : Fécondité

	Souches sauvages sur graines d'origine	Souche arachide sur graines sauvages	Différence	
			en valeur	en %
<i>T. indica</i>	72	64,8	- 5,2*	- 7,22 %
<i>B. reticulata</i>	51,6	51,4	- 0,2*	- 0,4 %
Graines <i>B. rufescens</i>	17,9	28,9	+ 11*	+ 61,4 %
<i>C. sieberiana</i>	17	13	- 4*	- 23,5 %
moyenne	39,6	39,5	-	-

Annexe 3 : Données climatiques (température, humidité et pluviométrie) de la station de Nioro du Rip (près de Keur Baka) de novembre 1997 à octobre 1999.



Annexe 4 : Distribution des pontes de *C. serratus* sur graines et gousses hôtes

Femelle n°	<i>A. hypogaea</i>	<i>T. indica</i>	<i>B. reticulata</i>	<i>C. sieberiana</i>	<i>B. rufescens</i>
1	1	65	0	1	0
2	0	0	0	0	0
3	10	12	0	0	0
4	8	24	5	1	32
5	32	36	10	8	9
6	5	37	16	28	8
7	10	38	17	5	4
8	10	48	0	7	1
9	0	0	1	7	0
10	0	46	24	18	11
11	48	6	24	18	0
12	0	25	11	2	23
13	8	22	5	14	9
14	7	55	22	16	0
15	23	54	4	0	11
16	1	60	11	0	14
17	0	0	0	6	7
18	19	55	6	19	3
19	5	58	25	27	17
20	7	8	5	19	9

Tableau 4.1 : Répartition des pontes de la souche *A. hypogaea* de *C. serratus* sur graines

Femelle n°	<i>A. hypogaea</i>	<i>T. indica</i>	<i>B. reticulata</i>	<i>C. sieberiana</i>	<i>B. rufescens</i>
1	48	24	2	0	1
2	33	19	19	19	1
3	6	1	0	9	4
4	50	13	0	0	0
5	0	1	0	0	0
6	28	23	2	11	6
7	59	9	3	0	0
8	22	6	4	16	4
9	17	18	13	5	14
10	3	0	1	0	0
11	0	0	0	0	0
12	56	6	1	0	0
13	0	0	0	0	0
14	35	10	7	6	5
15	4	14	3	11	0
16	7	0	0	0	0
17	41	47	3	4	4
18	25	71	3	19	3
19	5	6	0	0	0
20	0	0	0	0	0

Tableau 4.2 : Répartition des pontes de la souche *T. indica* de *C. serratus* sur graines

Femelle n°	<i>A. hypogaea</i>	<i>T. indica</i>	<i>B. reticulata</i>	<i>C. sieberiana</i>	<i>B. rufescens</i>
1	0	6	13	12	14
2	10	21	26	9	14
3	34	24	15	10	0
4	20	18	16	26	17
5	9	28	46	3	2
6	14	8	14	37	1
7	3	0	0	1	8
8	6	6	16	17	49
9	2	7	48	28	14
10	0	0	0	0	0
11	7	72	0	3	0
12	19	0	25	13	0
13	0	0	0	0	0
14	0	0	10	1	0
15	10	47	24	16	22
16	16	4	42	10	18
17	42	69	0	0	0
18	0	4	4	0	15
19	0	0	0	0	7
20	4	20	22	38	19

Tableau 4.3 : Répartition des pontes de la souche *B. reticulata* de *C. serratus* sur graines

Femelle n°	<i>A. hypogaea</i>	<i>T. indica</i>	<i>B. reticulata</i>	<i>C. sieberiana</i>	<i>B. rufescens</i>
1	0	18	12	15	5
2	13	27	11	5	2
3	0	0	0	0	0
4	0	13	31	7	3
5	0	30	7	7	0
6	5	5	1	4	3
7	3	6	11	22	4
8	7	16	10	21	4
9	8	17	24	25	12
10	2	16	29	17	4
11	0	46	27	10	3
12	0	1	0	0	2
13	16	12	2	1	7
14	7	35	19	15	0
15	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0
17	3	29	23	26	7
18	8	29	33	2	0
19	0	0	0	0	0
20	11	28	8	6	11

Tableau 4.4 : Répartition des pontes de la souche *B. rufescens* de *C. serratus* sur graines

Femelle n°	<i>A. hypogaea</i>	<i>T. indica</i>	<i>B. reticulata</i>	<i>C. sieberiana</i>	<i>B. rufescens</i>
1	18	16	8	6	1
2	0	9	22	3	2
3	11	67	20	17	11
4	0	14	4	9	0
5	14	42	6	6	2
6	15	15	20	10	0
7	0	5	0	11	0
8	0	48	10	20	0
9	2	46	3	9	2
10	3	6	1	18	0
11	0	0	0	0	0
12	0	26	2	14	0
13	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0
15	8	2	2	5	5
16	4	35	24	2	3
17	0	0	0	26	1
18	0	7	7	10	18
19	14	25	0	0	4
20	1	30	0	19	8

Tableau 4.5: Répartition des pontes de la souche *C. sieberiana* de *C. serratus* sur graines

Femelle n°	<i>A. hypogaea</i>	<i>T. indica</i>	<i>B. reticulata</i>	<i>C. sieberiana</i>	<i>B. rufescens</i>
1	0	49	62	0	0
2	0	16	6	0	1
3	0	11	83	5	1
4	0	11	84	12	3
5	0	26	39	19	0
6	0	22	50	4	16
7	0	16	49	0	2
8	0	13	66	0	1
9	1	22	85	31	0
10	0	52	66	3	5

Tableau 4.6: Répartition des pontes de la souche *B. reticulata* de Kas Kas sur gousses

Femelle n°	<i>A. hypogaea</i>	<i>T. indica</i>	<i>B. reticulata</i>	<i>C. sieberiana</i>	<i>B. rufescens</i>
11	0	96	6	7	0
12	0	3	23	4	3
13	0	20	21	14	0
14	0	20	5	0	7
15	1	64	6	5	1
16	7	18	11	12	1
17	0	40	4	42	0
18	2	57	0	0	0
19	0	64	11	0	0
20	0	51	5	4	0

Tableau 4.6: Répartition des pontes de la souche *B. rufescens* de Kas Kas sur gousses

Annexe 5

Tableaux synoptiques : Caractéristiques de l'infestation des différents échantillonnages effectués à Keur Baka entre novembre 1997 et octobre 1999. Pour chaque essence, la première ligne représente les gousses cueillies et la deuxième celles ramassées. Dans les colonnes les chiffres représentent les nombres totaux de gousses, de graines, d'œufs et d'adultes de *Caryedon*.

P : nombre d'œufs parasités

E : nombre d'œufs éclos

A : nombre d'œufs morts, stériles et consommés

Les deux dernières colonnes (parasitisme) donne le parasitisme larvo-nymphal

Plantes	Gousses	Graines	<i>C. serratus</i>					Adultes émergés	<i>C. crampeli</i>				Parasitisme		
			ŒUFS				Total		ŒUFS				Adultes émergés	Nbre d'hôtes	Nbre adultes
			P	E	A	Total			P	E	A				
<i>B. reticulata</i>	124	2490	484	133	217	134	20	98	33	19	46	3	0	0	
	92	2040	7	0	0	7	0	192	118	18	56	2	0	0	
<i>B. rufescens</i>	114	300	196	70	23	103	3	5	1	1	3	1	0	0	
<i>Cassia</i>															
<i>T. indica</i>	64	258	6	0	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	
	9	36	44	0	24	20	3	0	0	0	0	0	0	0	
Arachide 1	1017		5	0	3	2	3	0	0	0	0	0	0	0	
2	1068		3	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	

Mission du 15 Novembre 1997

Plantes	Gousses	Graines	<i>C. serratus</i>					Adultes émergés	<i>C. crampeli</i>				Parasitisme		
			ŒUFS				Total		ŒUFS				Adultes émergés	Nbre d'hôtes	Nbre adultes
			P	E	A	Total			P	E	A				
<i>B. reticulata</i>	109	4085	371	86	225	60	44	4	1	3	0	1	0	0	
	126	4768	273	23	237	13	67	24	3	14	7	4	0	0	
<i>B. rufescens</i>	181	835	22	10	8	4	4	4	1	2	1	1	1	3	
	145	587	23	12	9	2	1	508	64	128	316	15	0	0	
<i>Cassia</i>	38	1378	9	4	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	
	20	346	0	0	0	0	0	5	0	5	0	1	0	0	
<i>T. indica</i>	32	116	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
	64	198	39	1	37	1	12	0	0	0	0	0	0	0	
Arachide 1	1436		68	0	68	0	53	0	0	0	0	0	0	0	
2	1533		56	0	55	1	31	0	0	0	0	0	0	0	

Mission du 30 Décembre 1997

Plantes	Gousses	Graines	<i>C. serratus</i>					Adultes émergés	<i>C. crampeli</i>				Parasitisme		
			ŒUFS				Total		ŒUFS				Adultes émergés	Nbre d'hôtes	Nbre adultes
			P	E	A	Total			P	E	A				
<i>B. reticulata</i>	184	6020	769	451	308	10	140	1	1	0	0	0	50	113	
	158	4717	283	52	226	7	79	13	3	9	1	0	4	6	
<i>B. rufescens</i>	165	623	76	15	41	20	5	142	35	78	27	11	0	0	
<i>Cassia</i>	70	4459	44	14	21	9	7	1	0	1	0	0	0	0	
	63	1670	18	4	6	8	3	3	0	3	0	0	0	0	
<i>T. indica</i>	33	65	20	1	18	1	9	0	0	0	0	0	0	0	
	77	249	43	0	43	0	16	0	0	0	0	0	0	0	
Arachide 1	1283		492	0	492	0	274	0	0	0	0	0	0	0	
2	1370		204	0	204	0	148	0	0	0	0	0	0	0	

Mission du 17 Février 1998

Plantes	Gousses	Graines	<i>C. serratus</i>					Adultes émergés	<i>C. crampeli</i>				Parasitisme		
			ŒUFS				Total		ŒUFS				Adultes émergés	Nbre d'hôtes	Nbre adultes
			P	E	A	Total			P	E	A				
<i>B. reticulata</i>	165	4576	2006	1747	635	41	406	9	5	2	2	0	122	173	
	39	461	156	80	64	12	52	60	19	35	13	0	4	5	
<i>B. rufescens</i>	200	922	228	92	43	93	23	0	0	0	0	0	3	5	
	200	689	141	34	81	26	4	174	42	108	24	20	1	1	
<i>Cassia</i>	36	1832	102	30	34	38	14	3	0	1	2	0	0	0	
	9	286	10	4	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	
<i>T. indica</i>	45	152	59	13	34	12	11	0	0	0	0	0	2	6	
	56	212	118	8	95	9	14	0	0	0	0	0	0	0	
Arachide 1	1370		3760	0	3760	0	1071	0	0	0	0	0	0	0	
2	1250		4424	0	4424	0	704	0	0	0	0	0	0	0	

Mission du 01 Avril 1998

Plantes	Gousses	Graines	<i>C. serratus</i>					<i>C. crampeli</i>					Parasitisme		
			ŒUFS				Adultes émergés	ŒUFS				Adultes émergés	Nbre d'hôtes	Nbre adultes	
			Total	P	E	A		Total	P	E	A				
<i>B. reticulata</i>	74	1822	951	540	382	79	122	0	0	0	0	0	0	11	27
	44	110	28	7	19	2	0	71	16	54	1	0	0	0	0
<i>B. rufescens</i>	200	1040	338	133	106	99	19	3	0	2	1	1	2	4	
	200	770	368	93	150	125	6	171	32	102	37	0	3	10	
<i>Cassia</i>	6	403	131	27	31	73	4	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>T. indica</i>	61	198	311	86	173	52	22	0	0	0	0	0	4	6	
	37	56	77	20	55	2	2	0	0	0	0	0	0	0	
Arachide 1	1732		5148	0	5148	0	1408	0	0	0	0	0	0	0	
2	1516		4485	0	4485	0	1072	0	0	0	0	0	0	0	

Mission du 15 Mai 1998

Plantes	Gousses	Graines	<i>C. serratus</i>					<i>C. crampeli</i>					Parasitisme	
			ŒUFS				Adultes émergés	ŒUFS				Adultes émergés	Nbre d'hôtes	Nbre adultes
			Total	P	E	A		Total	P	E	A			
<i>B. reticulata</i>	51	1028	696	448	218	30	41	2	0	1	1	0	0	0
	2	72	17	11	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>B. rufescens</i>							1						0	0
	132	486	270	135	86	49	41	190	43	44	103	39	0	0
<i>Cassia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>T. indica</i>	45	131	155	11	140	4	4	0	0	0	0	0	0	0
	22	36	55	0	53	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Arachide 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Mission du 01 Juillet 1998

Plantes	Gousses	Graines	<i>C. serratus</i>					<i>C. crampeli</i>					Parasitisme	
			ŒUFS				Adultes émergés	ŒUFS				Adultes émergés	Nbre d'hôtes	Nbre adultes
			Total	P	E	A		Total	P	E	A			
<i>B. reticulata</i>	12	272	70	44	33	3	12	5	0	5	0	3	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>B. rufescens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cassia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>T. indica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arachide 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Mission du 14 Août 1998

Plantes	Gousses	Graines	<i>C. serratus</i>					<i>C. crampeli</i>					Parasitisme	
			ŒUFS				Adultes émergés	ŒUFS				Adultes émergés	Nbre d'hôtes	Nbre adultes
			Total	P	E	A		Total	P	E	A			
<i>B. reticulata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>B. rufescens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cassia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>T. indica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arachide 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Mission du 01 Octobre 1998

Plantes	Gousses	Graines	<i>C. serratus</i>					<i>C. crampeli</i>					Parasitisme		
			ŒUFS				Adultes émergés	ŒUFS				Adultes émergés	Nbre d'hôtes	Nbre adultes	
			Total	P	E	A		Total	P	E	A				
<i>B. reticulata</i>	27	132	15	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	103	157	2	6	0	2	0	26	13	10	3	0	0	0	0
<i>B. rufescens</i>	100	604	283	27	6	250	3	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cassia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>T. indica</i>	4	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	12	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arachide 1	1016		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	992		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Mission du 16 Novembre 1998

Plantes	Gousses	Graines	<i>C. serratus</i>					<i>C. crampeli</i>					Parasitisme	
			ŒUFS				Adultes émergés	ŒUFS				Adultes émergés	Nbre d'hôtes	Nbre adultes
			Total	P	E	A		Total	P	E	A			
<i>B. reticulata</i>	50	1832	235	159	73	3	30	0	0	0	0	0	1	2
	91	2511	216	158	51	7	44	9	0	7	2	3	3	8
<i>B. rufescens</i>	100	528	35	9	6	20	6	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cassia</i>	50	2375	18	6	9	3	2	18	6	9	3	2	0	0
	26	1038	9	2	5	2	1	9	2	5	2	0	0	0
<i>T. indica</i>	25	73	4	1	2	1	2	2	0	0	0	0	0	0
	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arachide 1	817		2	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0
2	923		5	0	1	4	1	0	0	0	0	0	0	0

Mission du 28 Décembre 1998

Plantes	Gousses	Graines	<i>C. serratus</i>					<i>C. crampeli</i>					Parasitisme	
			ŒUFS				Adultes émergés	ŒUFS				Adultes émergés	Nbre d'hôtes	Nbre adultes
			Total	P	E	A		Total	P	E	A			
<i>B. reticulata</i>	98	2278	557	348	207	2	139	0	0	0	0	0	11	24
	111	2814	172	79	108	0	68	38	11	21	6	0	0	0
<i>B. rufescens</i>	100	529	13	2	10	1	7	2	0	2	0	1	0	0
	100	296	5	2	3	0	1	13	3	6	4	0	0	0
<i>Cassia</i>	29	2058	37	17	16	4	2	0	0	0	0	0	0	0
	68	3042	78	30	45	3	6	0	0	0	0	0	0	0
<i>T. indica</i>	15	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	11	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arachide 1	1009		10	0	10	0	9	0	0	0	0	0	0	0
2	864		99	0	99	0	73	0	0	0	0	0	0	0

Mission du 15 Février 1999

Plantes	Gousses	Graines	<i>C. serratus</i>					<i>C. crampeli</i>					Parasitisme	
			ŒUFS				Adultes émergés	ŒUFS				Adultes émergés	Nbre d'hôtes	Nbre adultes
			Total	P	E	A		Total	P	E	A			
<i>B. reticulata</i>	90	2428	1182	910	263	9	218	0	0	0	0	0	13	23
	73	922	61	39	17	5	25	153	48	53	52	1	0	0
<i>B. rufescens</i>	146	508	41	18	11	12	6	0	0	0	0	0	0	0
	100	423	14	10	2	2	0	17	7	9	1	0	0	0
<i>Cassia</i>	19	1159	41	21	19	1	4	1	1	0	0	0	0	0
	8	305	5	1	3	1	0	1	0	1	0	1	0	0
<i>T. indica</i>	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arachide 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Mission du 01Avril 1999

Plantes	Gousses	Graines	<i>C. serratus</i>					<i>C. crampeli</i>				Parasitisme		
			ŒUFS			Adultes émergés	ŒUFS			Adultes émergés	Nbre d'hôtes	Nbre adultes		
			Total	P	E		A	Total	P				E	A
<i>B. reticulata</i>	92	2174	1909	1314	585	10	147	0	0	0	0	0	7	11
	21	299	21	11	9	1	12	139	29	71	39	1	0	0
<i>B. rufescens</i>	104	595	15	3	9	3	2	1	0	0	1	0	0	0
	100	328	26	10	7	9	0	103	41	55	7	11	0	0
<i>Cassia</i>	4	163	24	0	18	6	2	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>T. indica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arachide 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Mission du 17 Mai 1999

Plantes	Gousses	Graines	<i>C. serratus</i>					<i>C. crampeli</i>				Parasitisme		
			ŒUFS			Adultes émergés	ŒUFS			Adultes émergés	Nbre d'hôtes	Nbre adultes		
			Total	P	E		A	Total	P				E	A
<i>B. reticulata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>B. rufescens</i>	100	424	14	1	13	0	7	1	0	1	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cassia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>T. indica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arachide 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Mission du 30 Juin 1999

Plantes	Gousses	Graines	<i>C. serratus</i>					<i>C. crampeli</i>				Parasitisme		
			ŒUFS			Adultes émergés	ŒUFS			Adultes émergés	Nbre d'hôtes	Nbre adultes		
			Total	P	E		A	Total	P				E	A
<i>B. reticulata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>B. rufescens</i>	100	451	2	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cassia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>T. indica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arachide 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Mission du 16 Août 1999

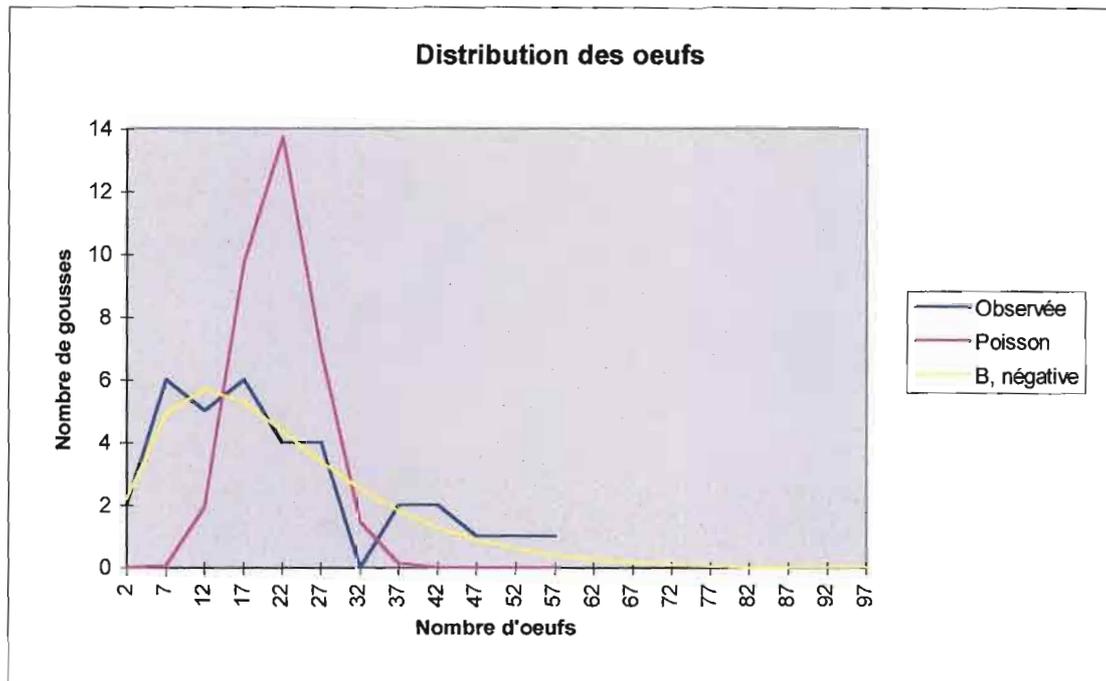
Plantes	Gousses	Graines	<i>C. serratus</i>					<i>C. crampeli</i>				Parasitisme		
			ŒUFS			Adultes émergés	ŒUFS			Adultes émergés	Nbre d'hôtes	Nbre adultes		
			Total	P	E		A	Total	P				E	A
<i>B. reticulata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>B. rufescens</i>	100	270	7	0	4	3	2	0	0	0	0	0	2	2
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cassia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>T. indica</i>	29	123	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arachide 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Mission du 01 Octobre 1999

Annexe 6 : Quelques données relatives à l'infestation des échantillons d'arachide récolté dans le cadre des missions à Keur Baka. *Les mois où il n'y a pas d'échantillons ne sont pas représentés dans le tableau. Les chiffres entre parenthèses indiquent le nombre d'adultes émergés*

	Nb total de graines	Nb total d'oeufs	Nb graines saines	Nb maximum		Nb total de graines	Nb total d'oeufs	Nb graines saines	Nb maximum	
				d'œufs par graine	d'orifice d'émergence				d'œufs par graine	d'orifice d'émergence
15 nov 1997	1017 (3)	5	1012	1	0	1068 (1)	3	1065	1	0
30 dec 1997	1436 (53)	68	1363	3	1	1533 (31)	60	1475	2	0
17 fev 1998	1283 (274)	492	849	4	13	1370 (148)	204	1188	3	18
1 avril 1998	1370 (1070)	3760	63	10	169	1250 (704)	4424	110	14	181
15 mai 1998	1732 (1408)	5148	121	17	1036	1532 (981)	4485	83	22	988
16 nov 1998	1016 (0)	0	1016	0	0	992 (0)	0	992	0	0
28 dec 1998	817 (2)	2	816	2	0	923 (1)	5	918	1	0
15 fev 1999	1009 (9)	10	1000	2	1	872 (73)	87	785	2	2
GRENIER N° 1						GRENIER N° 2				

Annexe 7 : Distribution des œufs sur gousses de *B. reticulata*, échantillonnage effectué en avril 1998 à Keur Baka.



Le nombre total de gousses est de 34. Les données ont été regroupées par classes de 5, le nombre d'œufs représente les moyennes de classes. La densité observée est de 21,47 œufs par gousse. Pour la même moyenne, la distribution observée diffère significativement ($\chi^2 = 39,72$; $P < 0,01$) d'une distribution de Poisson. Par contre elle est conforme à une distribution binomiale négative ($\chi^2 = 29,79$; $P < 0,01$). Cela indique que la distribution n'est pas faite au hasard.

Remarque : la distribution de Poisson correspond à une ponte au hasard, la binomiale négative à une distribution contagieuse des œufs (Delobel, 2000).

TITRE : Ecophysiologie, structure et évolution des peuplements de *C. serratus*, ravageur de l'arachide entreposée en milieu Sahélien.

These : **DOCTORAT 3^{ème} Cycle**

Nom du candidat: **Momar Talla GUEYE**

Jury : Président : Mr Ngor FAYE
Membres : Mr Alex DELOBEL
Mr Karamoko DIARRA
Mme Absa NDIAYE-GUEYE
Mr Mbacké SEMBENE

RESUME

La bruche *Caryedon serratus* inflige de lourdes pertes à l'arachide stockée. L'infestation se produit lors de l'exposition des récoltes au champ ou in situ par suite d'une mauvaise hygiène des locaux de stockage, à partir de femelles qu'abritent les plantes hôtes sauvages.

Une étude écophysiologique de populations de *C. serratus* a révélé que, de même que les souches sauvages sont capables de s'adapter à l'arachide, de même les différents hôtes sauvages offrent à la souche arachide des possibilités de développement normales. Il n'y a point d'isolement reproductif, sans doute à cause d'échanges d'individus entre d'une part les différentes plantes hôtes, et d'autre part celles-ci et les individus issus des greniers. La température est le principal facteur abiotique qui régit le développement de *C. serratus*. En dessous de 19° C, la bruche ne se développe plus, au-delà la croissance est température-dépendante jusqu'à 35° C.

Les femelles montrent une grande plasticité dans le choix de leur site de ponte. Sur graines, les œufs sont majoritairement déposés sur le tamarin quelle que soit la souche considérée. En ce qui concerne les gousses, les femelles déposent préférentiellement leurs œufs sur celles où elles ont effectué leur développement larvaire, mais il n'en demeure pas moins que certaines femelles adoptent des comportements singuliers en distribuant leurs œufs préférentiellement sur d'autres supports.

La complexité de cette bruche est à l'image de la diversité de ses plantes hôtes dans la nature. La production de gousses, support de développement de cet insecte, est annuelle chez *B. reticulata*, *T. indica* et *C. sieberiana* et ininterrompue chez *B. rufescens*. Les densités de populations les plus fortes s'observent chez *B. reticulata*, suivies de *T. indica* ; les gousses portées par les arbres reçoivent plus d'œufs que celles tombées. *B. rufescens* n'héberge pas une forte population de bruches malgré la disponibilité permanente de la ressource dans l'arbre et les pontes sont au contraire plus nombreuses sur les gousses tombées. Les gousses de *C. sieberiana*, bien pourvues en graines, reçoivent très peu de pontes, que ce soit dans l'arbre ou au sol. C'est au sol que l'action d'une autre bruche, *C. crampeli*, vivant sur les mêmes hôtes que *C. serratus* (excepté l'arachide), est plus visible. Dans les stocks, la multiplication du ravageur est très lente lors des deux à trois premiers mois. Au-delà, elle devient exponentielle.

L'exposition de gousses sous des *B. reticulata* ainsi que des captures par piégeage sur des *B. rufescens* nous ont révélé que des individus sexuellement actifs subsistent dans les arbres au moment de la récolte d'arachide. De plus, nous avons démontré que les femelles sont capables de conserver pendant 3 mois une partie de leurs ovocytes en l'absence de substrats adéquats pour la ponte. Ceci laisse supposer l'inexistence au cours de ces périodes d'adaptations de type diapause ou quiescence. Ainsi, le niveau des populations lors de l'exposition de la récolte n'a que peu d'importance puisque seule une partie des femelles est à même de pondre sur les gousses d'arachide. D'ailleurs nous décrivons une zone (Kas Kas, dans la région du Fleuve) où l'arachide n'est pas infestée malgré la présence du ravageur.

Les parasitoïdes, agents régulateurs des populations de *C. serratus*, ont une présence et une efficacité qui paraissent plus dépendantes de la nature de la plante hôte que du séminivore. Ils ne semblent pas attirés par l'arachide et s'avèrent généralement incapables de vivre dans les stocks. De ce fait, leur utilisation en lutte biologique reste hypothétique. Certaines recommandations visant à empêcher ou à annihiler l'action du ravageur sont suggérées.

Mots clés : *C. serratus*, Arachide, Caesalpinaceae sauvages, écophysiologie, dynamique de population, infestation, parasitoïdes, *C. crampeli*