

THÈSE

PRÉSENTÉE

EN VUE DE L'OBTENTION DU TITRE DE

**DOCTEUR
DE L'UNIVERSITÉ DE PAU
ET DES PAYS DE L'ADOUR
C.U.R.S.**

MENTION : ÉCOLOGIE EXPÉRIMENTALE
(Science de la Vie)

PAR

Saliou NDIAYE

**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.**

Soutenue le 28 Novembre 1991 devant la commission d'examen :

Pr V. LABEYRIE	Examineur	Université de Pau
Pr J. HUIGNARD	Examineur	Université F. Rabelais, Tours
Dr M. JARRY	Examineur	I.B.E.A.S./C.N.R.S. Pau
Dr G. FABRES	Rapporteur	O.R.S.T.O.M. Montpellier
Dr C. GAGNEPAIN	Rapporteur	Université Paris XI, Orsay.

RÉSUMÉ

L'arachide, principale culture de rapport au Sénégal, subit lors des longs stockages (8 à 13 mois), de redoutables infestations de la bruche *Caryedon serratus* (Oll.).

On considère généralement que la contamination des stocks s'entretient in situ par suite d'une désinfestation insuffisante des lieux de stockage, mais cela n'écarte pas, à notre avis, tout danger d'infestation. On sait, par ailleurs, que *C. serratus* peut se développer sur plusieurs espèces de *Caesalpiniaceae* sauvages, préservées dans les paysages culturels.

Nous avons décrit en détail un exemple de paysage culturel dans le bassin arachidier au Sénégal, ainsi que les traditions de culture et de stockage de l'arachide.

La biologie au laboratoire des souches "*Tamarindus indica*" et "*Cassia sieberiana*" ne fait pas apparaître de différences significatives selon la fécondité et la production ovarienne. Lorsque des femelles sont mises en situation de choix de ponte (en présence de graines), la moitié dépose leurs œufs en majorité sur *T. indica*, et quelques unes pondent en majorité sur arachide, quelle que soit la souche considérée. Cependant, nous n'avons jamais relevé une seule ponte au laboratoire sur des graines de *C. sieberiana* et de *Bauhinia rufescens*. Les durées de développement (œuf-adulte) sont plus rapides sur *T. indica* que sur l'arachide. Nos résultats semblent montrer une importance particulière de *T. indica* dans la biologie de *C. serratus* pour la zone d'étude considérée.

A l'exception de *B. rufescens* qui fructifie toute l'année, les gousses des autres espèces de *Caesalpiniaceae* hôtes (*T. indica*, *C. sieberiana*, *B. monandra*) apparaissent au cours de la saison des pluies (juillet à Septembre), et mûrissent au début de la saison sèche (novembre). On trouve alors une intense activité de *C. serratus* dans et sous la frondaison des arbres. En fait, nous avons observé que les *Caesalpiniaceae* sauvages suivies dans le site d'étude, restent infestées d'une année sur l'autre, malgré l'absence (parfois 3 à 5 mois) de toute gousse sur les arbres.

L'exposition en plein champ des arachides mûres ne coïncide pas avec la période de plus intense activité des bruches. Pourtant, les arachides exposées sont contaminées par la bruche, et cela suggère que ces *Caesalpiniaceae* servent de réservoir comme plante-hôte et comme plante refuge également. Le dépôt des œufs sur les arachides débute presque aussitôt après l'arrachage. Les zones les plus proches des arbres hôtes sont les plus contaminées par la bruche; cet effet se mesure sur des distances assez courtes, de l'ordre de la dizaine de mètres. Les taux d'attaque augmentent également lorsque le temps d'exposition au champ est prolongé.

Les adultes de *C. serratus* responsables de la pré-infestation proviendraient des *Caesalpiniaceae* hôtes, mais nous discutons l'influence éventuelle d'adultes échappés des stocks.

La simulation au laboratoire de stocks paysans montre une grande variabilité dans l'évolution de la contamination: chaque stock semble constituer un cas particulier. Toutefois, autant la pré-infestation est élevée, autant la contamination complète du stock intervient plus tôt. Même des pré-infestations faibles suffisent à provoquer de fortes contaminations dans les stocks.

De ces résultats, il découle quelques recommandations de types culturelles, afin d'empêcher ou d'atténuer la pré-infestation de la récolte: éloigner le plus possible les arachides des *Caesalpiniaceae* hôtes potentiels de *C. serratus* lors de la période de séchage en plein champ; raccourcir cette période le plus possible, en évitant une exposition trop longue en plein champ, selon diverses techniques localement possibles.

L'élimination dans le voisinage des champs et des stocks de toutes les *Caesalpiniaceae* hôtes n'est pas envisageable, compte tenu des utilités multiples de ces arbres et arbustes.

REMERCIEMENTS

Ce travail a bénéficié des concours de plusieurs personnes, qui m'ont accordé tout le long leurs soutien et encouragements, et dont il sera difficile de les citer tous.

Je voudrais, toutefois remercier tout particulièrement M. le Professeur LABEYRIE, de m'avoir accueilli dans sa formation doctorale, de m'avoir initié à l'Ecologie expérimentale et apporté sa confiance permanente, enfin d'avoir accepté de faire partie de ce jury.

J'ai eu la chance d'avoir été initié par M. Marc JARRY aux méthodologies expérimentales, à l'analyse des données et à l'informatique. Je me permettrai de le remercier très sincèrement de m'avoir fait bénéficier de ses expériences dans ce domaine, et d'avoir veillé tout particulièrement au bon déroulement de mes séjours réguliers à Pau. Son apport et celui de C. COUPEL, à la mise au point du manuscrit ont été permanents et je leur en suis très reconnaissant.

Je voudrais également remercier vivement M. G. FABRES (ORSTOM) pour avoir suivi de près ce travail, de m'avoir fait bénéficier de ses expériences des milieux tropicaux, et d'accepter d'être rapporteur dans ce jury.

M. GAGNEPAIN fait partie de ceux qui m'ont formé en Entomologie à Orsay. Je lui suis très reconnaissant d'avoir voulu spontanément faire partie de ce jury et le remercie d'avoir accepté d'en être rapporteur.

M. HUIGNARD s'est d'emblée intéressé au sujet, et je le remercie d'avoir accepté de faire partie de mon jury de soutenance.

Je voudrais manifester toute ma reconnaissance à M. A. FRAVAL (INRA) pour m'avoir initié à la Zoologie appliquée à l'I.A.V. Hassan II de Rabat. Il a veillé à toujours apporter beaucoup de soins à ma formation, m'a inculqué un sens du travail sans lequel je n'aurai pas pu mener ma formation doctorale comme telle.

Beaucoup d'autres personnes à l'ENSA (Ex INDR) de Thiès (Sénégal) m'ont apporté leurs concours et il est impossible de les nommer tous. Je remercie la Direction, M. M. FALL en particulier et tous mes collègues enseignants (MM. DRAME, DIENG et M^{me}, DIOUF et M^{me}, B. NDIAYE, SOKHNA, DIAGNE), et j'ai une pensée émue pour mon ami et collègue THIOUF, disparu l'année dernière. Je suis très reconnaissant à M. et M^{me} DRAME et le petit Mohamed, mes amis de toujours qui m'ont accordé leur sympathie permanente. Mountaga TALLA et sa famille m'ont apporté leur soutien de tous les jours, et je les en remercie infiniment.

Les techniciens du département Productions végétales ont participé avec beaucoup de disponibilité à tous mes travaux, malgré les contraintes souvent imposées. Je remercie très sincèrement M. A. DIAW pour son dévouement exemplaire et son sens de l'observation; de même que MM. Cisse GUEYE, P. C. DIOUF, M. GUEYE,

LOUIS et YACYNTHÉ.

Je suis également très reconnaissant aux étudiants qui ont eu à travailler sous ma direction, et dont les mémoires de fin d'étude ont porté pour partie sur mes travaux: MM. A.O. DIALLO, F. KAO et D. NDIAYE. Leur contribution a permis de dynamiser l'étude de recherches et contribué à éclairer certains aspects de la problématique.

D'autres amis m'ont toujours encouragé (M. A. FALL et Maguette, M. et M^{me} C. NIANG, M. et M^{me} D. SECK, Socé NIANG et sa famille, M. et M^{me} P. THIAM, M. et M^{me} NDIONE., M. et M^{me} P. SALL, M. et M^{me} TURPIN, M^{me} NDEYE SYLLA, M. S.O. NDIAYE, Serigne DIAGNE, A. NDIAYE et ceux de Keur Mor, etc..., M. et M^{me} FAYE à Pau). Je ne pourrais les citer tous, mais ils sauront toutes et tous se reconnaître.

Je voudrais manifester toute ma gratitude à ma famille, pour leur soutien de tous les instants. Je dédie cette thèse à la mémoire de ma mère, et à mon père pour son suivi très particulier de mes études, et ses encouragements. Ma fiancée Mame Astou a dû supporter les longs moments de séparation, je l'en remercie vivement. Mes frères (Doudou, Babou, Souleymane et Abou) et soeurs (Ndèye Fatou et Ndeye Adame) n'ont toujours manifesté leur soutien et je leur en remercie. Mon beau frère I. NDIAYE, m'a manifesté une confiance permanente, et je lui en suis très reconnaissant. Mes oncles Issakha et Moussa, ainsi leurs familles m'ont toujours encouragé, et je les en remercie. J'associe à ce témoignage ma grand mère, mes tantes, Mame Abdou, feu Mame Ousmane, et tous les autres.

Beaucoup de personnes à l'IBEAS de Pau m'ont apporté leur concours et je les remercie vivement (Genèviève et Bernard, M. RIBODEAU, P. BLANCHARD, M. et M^{me} THORAVAL, J.-N. CANDAU, C. WAGNER, M.-S. COQUILLAUD, TATI, etc...

D'autres amis de Pau m'ont aidé à supporter la solitude, et je suis très reconnaissant de leur aide: M. et Mme FAYE tout particulièrement et leurs enfants, E., D. et F. NDIAYE, Mak's FALL et Véronique, O. THIAM, I. GUEYE, L. et K. NDIAYE, B. et A. FALL, P. NDAO, L. MBACKE, les LOPY, etc...).

Je voudrais enfin remercier R. PINEAU, avec qui j'ai eu la joie de travailler a mes début à l'INDR, la Mission Française de Coopération de Dakar et le C.I.E.S., pour l'octroi de la bourse et tous les soins accordés durant cette formation.

Enfin, je suis très reconnaissant à M. DECELLE pour les déterminations des bruches, a G. DELVARE et ses collaborateurs qui ont effectuée les déterminations des Hyménoptères parasites et autres ravageurs.

*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.) (Coléoptère, Bruchidae); rôle des légumineuses hôtes sauvages dans le cycle de cette bruche.*

SOMMAIRE

RESUME	1
REMERCIEMENTS	2
SOMMAIRE	4
INTRODUCTION	7
Chapitre I : CADRE DE L'ETUDE	
1). CARACTERISTIQUES GENERALES	10
2). SITE D'ETUDE	
2.1). Le climat	12
2.2). Les sols et la végétation	
3). L'ARACHIDE AU SENEGAL: TRADITION DE CULTURES ET DE STOCKAGE	13
3.1). Historique	
3.2). Sélection	14
3.3). Culture, stockage et commercialisation	15
3.4). Ennemis des cultures et des stocks	16
Chapitre II : QU'EST CE QUE LA BRUCHE DE L'ARACHIDE, <i>CARYEDON SERRATUS</i>; REVUE BIBLIOGRAPHIQUE.	
1). SYSTEMATIQUE	18
2). PLANTES-HOTES	19
3). BIOLOGIE ET ECOLOGIE	21
4). DEGATS ET INCIDENCES ECONOMIQUES	27
5). ENNEMIS ET MOYENS DE LUTTE	29
5.1). Parasites	
5.2). Moyens de lutte	30
6). DISCUSION : STATUT DE L'ESPECE, <i>CARYEDON SERRATUS</i>	32

Chapitre III : BIOLOGIE, AU LABORATOIRE, DE *CARYEDON SERRATUS* SUR SES DIFFERENTES PLANTES HOTES

1). MATERIEL ET METHODES	34
2). RECENCEMENT DES PLANTES HOTES	35
2.1). Résultats	
2.2). Discussion	36
3). POTENTIALITES DE PONTE DE <i>CARYEDON SERRATUS</i>	37
3.1). Résultats	
3.2). Discussion	37
4). TESTS DE PREFERENCE DE PONTE	39
4.1). Souche " <i>Cassia sieberiana</i> "	
4.2). Souche " <i>Tamarindus indica</i> "	
4.3). Discussion	40
5). DUREE DE DEVELOPPEMENT (OEUFS - ADULTE)	41
5.1). Résultats	
5.2). Discussion	
6). CONCLUSIONS	42

Chapitre IV : CYCLE DE *CARYEDON SERRATUS* SELON LA PHENOLOGIE DES HOTES.

1). MATERIEL ET METHODES	43
2). RESULTATS (CAMPAGNE DE 1989-90)	44
2.1). Phénologie des légumineuses hôtes	
2.2). Infestation par <i>C. serratus</i>	46
3). RESULTATS (CAMPAGNE 1990-91)	46
3.1). Phénologie de légumineuses hôtes	
3.2). Infestation par <i>C. serratus</i>	48
4). DISCUSSION	50

Chapitre V : LA CONTAMINATION DES PARCELLES D'ARACHIDE PAR *CARYEDON SERRATUS* .

1). MATERIEL ET METHODES	55
2). RESULTATS DES ESSAIS DE 1989	57
2.1). Parcelle I	
2.2). Parcelle II	
3). RESULTATS DE ESSAIS DE 1990	58
3.1). Dynamique des pontes de <i>C. serratus</i> au champ	
3.1.1). Parcelle I	

3.1.2). Parcelle II	60
3.1.3). Discussion	61
4). DISCUSSION ET CONCLUSIONS	63
Chapitre VI : DEVELOPPEMENT DE <i>CARYEDON SERRATUS</i> EN STOCKS, A PARTIR DES PRE-INFESTATIONS AU CHAMP ET EVOLUTION.	
1). MATERIEL ET METHODES	66
1.1). Stocks de 1989-90	
1.2). Stocks de 1990-91	
1.3). Variables mesurées et indices calculés	
2). LA CONTAMINATION DES STOCKS DE 1989-90	68
2.1). Nombre moyen d'oeufs par gousse	
2.2). Infestation des gousses et des graines; pertes en poids	
2.3). Discussion	70
3). LA CONTAMINATION DES STOCKS DE 1990-91	71
3.1). Stocks de la parcelle I	
3.1.1). Nombre moyen d'oeufs par gousse	
3.1.2). Infestation des stocks et perte en poids	
3.2). Stocks de la parcelle II	
3.2.1). Nombre moyen d'oeufs par gousse	72
3.2.2). Infestation des gousses et graines; pertes en poids	
3.3). Discussion	73
4). CONCLUSION	74
CONCLUSIONS GENERALES	76
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	80
BIBLIOGRAPHIE CONSULTEE	87
ANNEXES	89
ANNEXE I : DONNEES CLIMATIQUES (REGION, SITE ET ENCEINTES).	
ANNEXE II : DISTRIBUTION DE PONTES DE <i>C. SERRATUS</i> AU CHAMP.	
ANNEXE III : EMERGENCES AU LABORATOIRE DE <i>C. SERRATUS</i>, ET AUTRES.	

INTRODUCTION

La définition et la conduite de l'étude de la contamination dans la nature de l'arachide par *Caryedon serratus*, et de l'importance de certaines légumineuses dans le cycle de la bruche, nous ont été motivées par un ensemble de critères convergents :

- l'existence d'une problématique des attaques de la bruche de l'arachide, *C. serratus* au Sénégal, dont les incidences économiques sont certaines, malgré les nombreuses recherches portant sur les méthodes de lutte. Nous avons également remarqué qu'il subsistait des lacunes dans la compréhension du cycle global de ce ravageur, que la plupart des études considèrent comme "ravageur des stocks".

- l'opportunité nous a été donnée d'être initiés à une thématique de recherche abordant le problème des relations insectes/plantes à plusieurs niveaux, en particulier à l'échelle des populations, en privilégiant l'étude des structurations spatiales et temporelles, en relation avec la phénologie des plantes.

Ces aspects de la démarche expérimentale nous ont paru pertinents, si on les applique à *C. serratus*, dont la plupart des travaux ont porté sur la biologie au laboratoire. Or, ce ravageur des arachides présente la particularité de pouvoir se développer également dans des gousses de légumineuses sauvages, *Tamarindus indica*, *Bauhinia rufescens*, *B. monandra*, *Cassia sieberiana*, *C. arereh*, *Piliostigma reticulatum* et *P. thonningii* (PREVETT, 1966 a et b; DECELLE, 1966, 1981 et 1987; CONWAY, 1975).

Nous savons qu'au Sénégal, un grand nombre de ces plantes figurent parmi un ensemble d'autres légumineuses, qui subsistent dans les paysages culturels malgré les défriches, et dont leur préservation est liée à des critères ethno-botaniques variés (consommation des fruits par l'homme et le bétail, usage dans la pharmacopée traditionnelle, ombrage, fertilisation des sols, etc...).

CONWAY (1975) a abordé en Gambie, l'étude du rôle de Caesalpiniacées voisines des champs d'arachide, et a mis en évidence leur importance comme réservoir de *C. serratus*. Cependant, son idée a malheureusement été très peu reprise et développée. Il semble que les tenants de l'hypothèse d'une "mauvaise hygiène des lieux de stockage comme unique source de contamination" aient prévalu. La remarque de LABEYRIE (1990) à propos d'*Acanthoscelides obtectus*, est tout à fait justifiée pour *C. serratus*, "if it were spontaneously

generated in stores, its biology in field has generally been neglected".

L'existence de travaux antérieurs sur *C. serratus* a, certes, été pour nous un acquis, mais les divergences entre les résultats observés nous ont paru troublantes, surtout pour une espèce dont les taxonomistes s'accordent, pour l'instant sur son unicité. ROBERT (1984) a mis en évidence l'existence d'une variabilité dans la biologie au laboratoire selon la plante hôte et la zone d'origine, et les a distinguées selon la dénomination, "souche". Nous analysons dans le deuxième chapitre, la revue bibliographique des travaux sur *C. serratus*.

Une caractérisation détaillée de la zone d'étude et des déterminations précises du matériel biologique ont paru, pour nous un impératif. Le cadre d'étude est présenté en détail dans le premier chapitre. Nous avons procédé à des déterminations précises des insectes émergés, particulièrement les bruches, afin d'identifier qu'il s'agit effectivement de *C. serratus* (déterm. J. DECILLE). Les travaux de ROBERT (1982, 1984 et 1985) nous ont suggéré d'étudier, dans nos conditions de laboratoire, la biologie de *C. serratus* et de tester d'éventuelles différences existant selon la plante hôte d'origine. Nos résultats sont présentés au chapitre III.

L'idée d'étudier le cycle global d'une bruche dans son contexte naturel (ce que les anglo-saxons désignent par "life history") n'est pas nouvelle, mais cette manière d'aborder les problèmes n'est pas si courante, lorsqu'il s'agit d'étudier des insectes dits "des denrées stockées". Pour l'espèce qui nous intéresse, on ne trouvera que dans CONWAY (1975) une approche de ce type. LABEYRIE (1981 a et b, 1990) a beaucoup insisté sur la nécessité de mener des études sur le terrain, afin de préciser convenablement l'écologie de la contamination.

JARRY (1984, 1987 et 1989) a développé sur le modèle *Acanthoscelides obtectus* / *Phaseolus vulgaris*, les aspects méthodologiques d'une approche intégrant divers facteurs de l'environnement, leurs interactions, etc..., et a étudié la dynamique de la contamination des gousses de haricot et le rôle de la migration des adultes hors des stocks.

Nous nous sommes inspirés de ces auteurs, dans la démarche méthodologique mise en place pour l'étude de *C. serratus* dans un agrosystème du centre-ouest du Sénégal.

Il nous a semblé très probable que l'insuffisance des connaissances du cycle global de la bruche de l'arachide, constitue une des raisons des échecs relatifs de la lutte menée contre ce ravageur au Sénégal. La dynamique de contamination dans le contexte de culture et de stockage traditionnel est quasi inconnue, et la conduite des traitements est effectuée le plus souvent lors du stockage, sur des arachides où sont généralement présents tous les stades du ravageur (oeufs, larves, nymphes). Or nous savons que la lutte contre les ravageurs séminivores est compliquée par l'existence de stades "cachés", c'est-à-dire abrités à l'intérieur des graines et généralement pas ou peu accessibles par les formulations insecticides utilisées.

La connaissance précise de la dynamique de contamination permet de situer le début de la primo-infestation et de pouvoir y intervenir, pour l'empêcher ou l'atténuer. On sait que le polyvoltinisme de certaines bruches comme *C. serratus*, amplifie considérablement la contamination en stocks, dès lors qu'une pré-infestation s'est déjà installée.

Nous avons procédé à une étude du cycle de *C. serratus* selon la phénologie des Caesalpiniacées hôtes, en posant la question : *est-ce que le cycle complet de C. serratus est possible sur les légumineuses sauvages ?* Les résultats sont présentés au chapitre IV.

Des parcelles d'arachide sont conduites dans le site d'étude, à proximité des Caesalpiniacées hôtes régulièrement suivies. Nous présentons dans le chapitre V, nos observations sur la contamination de ces parcelles par la bruche, et analysons les structurations (spatiales et temporelles) des attaques.

Enfin, des stocks d'arachide constitués selon les pratiques traditionnelles ont été constitués au laboratoire, et l'évolution de la contamination est mensuellement relevée. Les résultats sont exposés au chapitre VI, où nous analysons les incidences de la primo-infestation sur la dégradation des stocks selon leur destination (stocks alimentaire, semencier), et le type de stockage (hermétique ou non).

Nous tentons en conclusion, de tirer les enseignements que peuvent apporter de tels résultats, et proposons des recommandations pouvant améliorer les méthodes de lutte contre *C. serratus* au Sénégal, où l'arachide constitue toujours la principale source de devise du pays, et le principal revenu monétaire du paysan.

generated in stores, its biology in field has generally been neglected".

L'existence de travaux antérieurs sur *C. serratus* a, certes, été pour nous un acquis, mais les divergences entre les résultats observés nous ont paru troublantes, surtout pour une espèce dont les taxonomistes s'accordent, pour l'instant sur son unicité. ROBERT (1984) a mis en évidence l'existence d'une variabilité dans la biologie au laboratoire selon la plante hôte et la zone d'origine, et les a distinguées selon la dénomination, "souche". Nous analysons dans le deuxième chapitre, la revue bibliographique des travaux sur *C. serratus*.

Une caractérisation détaillée de la zone d'étude et des déterminations précises du matériel biologique ont paru, pour nous un impératif. Le cadre d'étude est présenté en détail dans le premier chapitre. Nous avons procédé à des déterminations précises des insectes émergés, particulièrement les bruches, afin d'identifier qu'il s'agit effectivement de *C. serratus* (déterm. J. DEC'ELLE). Les travaux de ROBERT (1982, 1984 et 1985) nous ont suggéré d'étudier, dans nos conditions de laboratoire, la biologie de *C. serratus* et de tester d'éventuelles différences existant selon la plante hôte d'origine. Nos résultats sont présentés au chapitre III.

L'idée d'étudier le cycle global d'une bruche dans son contexte naturel (ce que les anglo-saxons désignent par "life history") n'est pas nouvelle, mais cette manière d'aborder les problèmes n'est pas si courante, lorsqu'il s'agit d'étudier des insectes dits "des denrées stockées". Pour l'espèce qui nous intéresse, on ne trouvera que dans CONWAY (1975) une approche de ce type. LABEYRIE (1981 a et b, 1990) a beaucoup insisté sur la nécessité de mener des études sur le terrain, afin de préciser convenablement l'écologie de la contamination.

JARRY (1984, 1987 et 1989) a développé sur le modèle *Acanthoscelides obtectus* / *Phaseolus vulgaris*, les aspects méthodologiques d'une approche intégrant divers facteurs de l'environnement, leurs interactions, etc..., et a étudié la dynamique de la contamination des gousses de haricot et le rôle de la migration des adultes hors des stocks.

Nous nous sommes inspirés de ces auteurs, dans la démarche méthodologique mise en place pour l'étude de *C. serratus* dans un agrosystème du centre-ouest du Sénégal.

Il nous a semblé très probable que l'insuffisance des connaissances du cycle global de la bruche de l'arachide, constitue une des raisons des échecs relatifs de la lutte menée contre ce ravageur au Sénégal. La dynamique de contamination dans le contexte de culture et de stockage traditionnel est quasi inconnue, et la conduite des traitements est effectuée le plus souvent lors du stockage, sur des arachides où sont généralement présents tous les stades du ravageur (oeufs, larves, nymphes). Or nous savons que la lutte contre les ravageurs séminivores est compliquée par l'existence de stades "cachés", c'est-à-dire abrités à l'intérieur des graines et généralement pas ou peu accessibles par les formulations insecticides utilisées.

La connaissance précise de la dynamique de contamination permet de situer le début de la primo-infestation et de pouvoir y intervenir, pour l'empêcher ou l'atténuer. On sait que le polyvoltinisme de certaines bruches comme *C. serratus*, amplifie considérablement la contamination en stocks, dès lors qu'une pré-infestation s'est déjà installée.

Nous avons procédé à une étude du cycle de *C. serratus* selon la phénologie des Caesalpiniciacées hôtes, en posant la question : *est-ce que le cycle complet de C. serratus est possible sur les légumineuses sauvages ?* Les résultats sont présentés au chapitre IV.

Des parcelles d'arachide sont conduites dans le site d'étude, à proximité des Caesalpiniciacées hôtes régulièrement suivies. Nous présentons dans le chapitre V, nos observations sur la contamination de ces parcelles par la bruche, et analysons les structurations (spatiales et temporelles) des attaques.

Enfin, des stocks d'arachide constitués selon les pratiques traditionnelles ont été constitués au laboratoire, et l'évolution de la contamination est mensuellement relevée. Les résultats sont exposés au chapitre VI, où nous analysons les incidences de la primo-infestation sur la dégradation des stocks selon leur destination (stocks alimentaire, semencier), et le type de stockage (hermétique ou non).

Nous tentons en conclusion, de tirer les enseignements que peuvent apporter de tels résultats, et proposons des recommandations pouvant améliorer les méthodes de lutte contre *C. serratus* au Sénégal, où l'arachide constitue toujours la principale source de devise du pays, et le principal revenu monétaire du paysan.

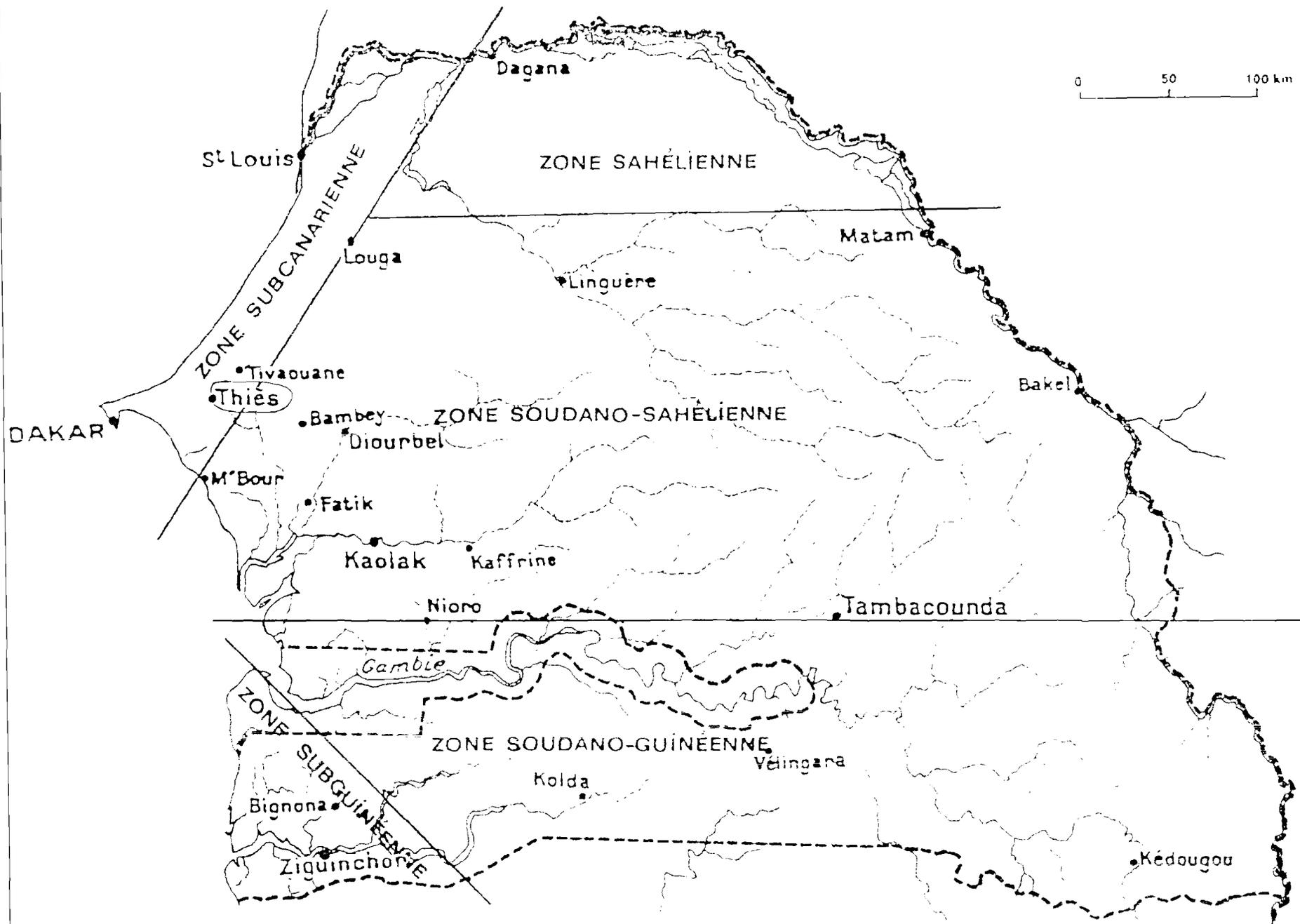


Fig. 1: Climats régionaux du Sénégal (d'après ADAMS et al., 1965), et principales villes.

Chapitre I

CADRE DE L'ETUDE

1). CARACTERISTIQUES GENERALES ¹

Les travaux présentement exposés ont été menés au Sénégal, pays compris entre 12° 18' et 16° 41' de latitude Nord, 10° 21' et 17° 32' de longitude Ouest, et s'étendant sur une superficie de 196 192 km² (Fig. 1).

Dans ce pays sans aucun relief important, les régions phytogéographiques naturelles sont essentiellement déterminées par la pluviosité, dont la zonation Nord-Sud des isohyètes permet de distinguer les régions sahélienne, soudanienne et guinéenne. Entre chaque grande région se situent des domaines intermédiaires, par exemple sahélo-soudanien et soudano-sahélien, ou soudano-guinéen et guinéo-soudanien. On distingue une façade maritime appelée zone côtière, soumise aux influences océaniques.

Au Nord, dans la région sahélienne, où la saison des pluies dure à peine 3 mois (pluviosité annuelle < 300 mm), le paysage est constitué de prairies estivales composées essentiellement d'herbes annuelles. Une végétation arbustive ou arborée existe également, mais elle ne dépasse guère 5 à 6 m avec quelques arbres atteignant 8 à 10 m. Parmi les herbes caractéristiques, on peut citer les genres Poacées suivants: *Aristida*, *Schoenefieldia*, *Latipes*, *Cenchrus*, *Panicum*, *Brachiaria*, *Tragus*, *Trichoneuma*,... Parmi les arbustes et les arbres, les genres sont surtout sahéliens: *Adenium* (Apocynacée), *Acacia* (Mimosacée), *Balanites* (Zygophyllacées), *Boscia*, *Cadaba* et *Maerua* (Caparicacée), *Commiphora* (Burseracées), *Grewia* (Tiliacées), *Cordia* (Boraginacées),...

Au sud de la région sahélienne, dans le domaine sahélo-soudanien (500 à 700 mm de pluie), commence à apparaître des espèces soudanienne: le gommier mbep (*Sterculia setigera*), des baobabs (*Adansonia digitata*), des kapokiers (*Bombax costatum*) etc... Les herbes annuelles sont dominantes mais beaucoup de Graminées vivaces occupent le sol dont *Andropogon gayanus*. Dans la partie ouest de cette zone, le kad (*Acacia albida*) est très abondant dans les sols sablonneux cultivés en arachides.

Au centre du Sénégal, les *Acacia* sahéliens commencent à céder la place à quelques arbres soudaniens encore peu nombreux: *Sterculia*, *Cordyla*, *Pterocarpus*, *Piliostigma*, etc...

¹ Tirées pour l'essentiel de KARHARO & ADAM (1974): "La pharmacopée sénégalaise traditionnelle; Plantes médicinales et toxiques."

et arbres soudaniens dominant; la savane à grande andropogonée, avec des arbres plus denses et plus grands (jusqu'à 12 - 15 m).

Quand la pluviosité atteint 1 000 mm, la physionomie générale du paysage est celle d'une forêt sèche composée d'arbres à feuilles caduques tombant de novembre à mai. Les Graminées présentes partout dans le sous-bois, brûlent chaque année sous l'action des feux de brousse. On rencontre surtout des *Combretum* qui sont à la région soudanienne ce que les *Acacia* sont à la région sahélienne. Le bambou d'Afrique (*Oxytenanthera abyssinica*) forme des peuplements très étendus.

Au-delà de 1 500 mm, les espèces soudaniennes sont toujours dominantes, mais il apparaît plus fréquemment dans les forêts, hors des galeries, des arbres puissants de 20 m à 25 m: *Khaya senegalensis* (acajou du Sénégal), *Cola cordifolia*, *Erythrophleum guineense*, *Detarium senegalensis*, *Daniellia oliveri*. Les dépressions sont occupées par le palmier à huile, *Elaeis guineense*. La vraie région guinéenne, où les espèces soudaniennes ont pratiquement disparu, se situe au sud de la rivière Casamance et près de la côte. Là, les défrichements culturels se reconstituent en jachères forestières fermées sans graminées, sauf dans les sables littoraux très pauvres.

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 nord, entre Saint Louis et Dakar, où soufflent pendant 6 mois les alizés du nord, frais et humides, on trouve des steppes à graminées piquetées d'*Acacia radiana* et *Acacia albida* dans des sols sableux (les Niayes). 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 ronceraies, sorte de palmeraie à *Borassus aethiopicum*.

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

Légende :

- ✦ ✦ ✦ Parcelles emblavées en arachide
-  Légumineuses-hôtes de *Caryedon serratus* (non régulièrement suivies)
-  Légumineuses-hôtes de *C. serratus* suivies régulièrement.

Abréviations :

- Ti(x) : *Tamarindus indica* (pied n° x)
- Br : *Bauhinia rufescens*
- Bm : *Bauhinia monandra*
- Pr : *Piliostigma reticulata*
- Cs(x) : *Cassia sieberiana* (pied n° x)

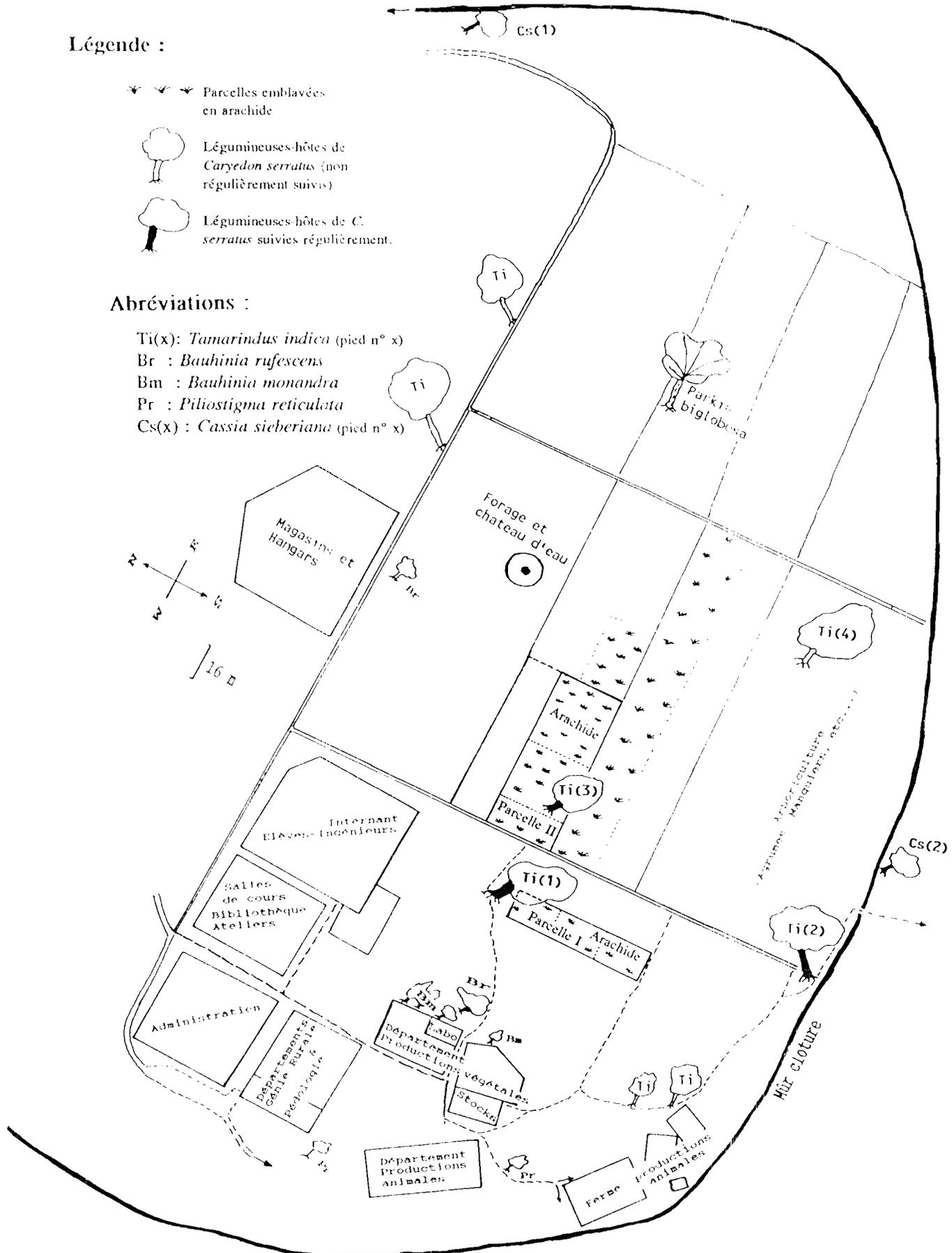


Fig. 2: Le site d'étude à l'U.E.N.S.A. (Ex. INDR) de Thiès; situation des parcelles d'arachide et des légumineuses hôtes de *Caryedon serratus*.

2). SITE D'ETUDE

Les études ont été menées essentiellement à Thiès, plus particulièrement dans le domaine du centre d'Application de l'E.N.S.A. (Fig. 2). D'autres observations furent menées dans les villages voisins, les marchés de Thiès et dans la forêt classée de Bandia à 15 km environ.

2.1).. Le climat

Le site d'étude se trouve dans le domaine sahélo-soudanien, mais en bordure occidentale où l'influence des alizés se fait sentir en hiver, du fait de la proximité de la mer et de la zone sub-canarienne. Une longue saison sèche (de novembre à juin) est suivie d'une saison des pluies dites "hivernage" (de juillet à octobre). Les hauteurs de pluies sont de 500 mm en moyenne par an. Mais leur répartition et la quantité d'eau tombée peuvent être très différentes d'une année à l'autre (\pm 150 à 200 mm).

La température moyenne annuelle est de 26° C, mais l'alternance de deux saisons et l'irrégularité de certains facteurs d'une année sur l'autre, ne permettent pas d'accorder une grande signification écologique à cette valeur. La saison sèche est chaude (moyenne des maxima : 32° C), l'humidité relative est faible dans la journée (10 à 30 %), mais augmente dans la nuit pour atteindre son maximum le matin (80 à 100 %). La saison des pluies est caractérisée par une amplitude thermique journalière bien plus faible et une humidité relative bien plus élevée et relativement constante (80 à 100 %).

En saison sèche les vents dominants sont les alizés marins soufflant du nord-ouest, et les alizés continentaux chauds et secs (harmattan) soufflant du nord-est et transportant des particules fines de sol (vent de sable). En saison des pluies, dominent largement les moussons, vents d'ouest et du sud-ouest, responsables des précipitations.

2.2).. Les sols et la végétation

Le site d'étude est localisé sur une plaine, au flanc est du plateau de Thiès. Les sols sont essentiellement de type ferrugineux tropicaux, pauvres en argiles et en matières organiques (type "Dior"). Ils sont peu profonds et parsemés de taches de concrétions de fer et d'aluminium, à taux d'acidité très élevé du fait de sa très faible teneur en calcaires assimilables.

La végétation est de type sahélo-soudanien, caractérisée par la coexistence d'essences très diversifiées; des espèces arboricoles soudaniennes, parmi d'autres sahéliennes au sein desquelles dominent les *Acacia*.

Dans les zones défrichées et cultivées (arachide et mil essentiellement), il ne subsiste de la

savane arborée qu'une strate arbustive assez développée par endroit et des arbres peu nombreux et dispersés. Les espèces végétales préservées le sont pour leurs rôles directs ou indirects (alimentation homme et bétail, fibre, ombrage, fertilisation des sols, médecine traditionnelle, ...) pour les populations rurales locales.

Les arbres les plus fréquents sont : *Borassus aethiopium* (Palmacée), *Acacia albida* (Mimosacées), *Bauhinia rufescens*, *Balanites aegyptiaca*, *Tamarindus indica*, *Acacia nilotica* var. *adansoni*, *Adansonia digitata*, *Ficus gnaphalocarpa*, *Cassia sieberiana*,...

Dans la strate arbustive, les espèces dominantes sont *Grewia bicolor* (Tiliacée), *Guiera senegalensis*, *Combretum micranthum* (Combretacées), *Collatropis procera* (REVERSAT, 1982).

Le tapis herbacé au sol est composé essentiellement d'espèces annuelles dominées par les graminées, se desséchant à partir du mois de Novembre; les genres les plus courants sont *Aristida*, *Chloris*, *Chenchrus*, *Eragrostis*, *Schoenfeldia*, etc...

La plupart des arbres et arbustes ont des feuilles qui apparaissent pendant la saison des pluies et qui tombent plus ou moins tôt dans la saison sèche, sauf *Acacia albida* qui perd ses feuilles en saison des pluies pour les retrouver en saison sèche. La floraison a généralement lieu en saison des pluies ou au début de la saison sèche, elle est suivie de la fructification.

3). L'ARACHIDE AU SENEGAL: TRADITIONS DE CULTURE ET DE STOCKAGE.

3.1). Historique

Originnaire d'Amérique du sud et introduite dès le XVI^e siècle par les portugais sur le continent africain (PEHAUT, 1976), l'arachide s'est progressivement imposée au paysan sénégalais et fait maintenant partie des cultures traditionnelles. L'arachide a connu un véritable essor pendant la colonisation, période pendant laquelle la métropole spécialisa le Sénégal dans la production de cet oléagineux. Elle a pris sa place dans l'alimentation des populations locales et est consommée soit directement en graines, soit sous forme d'huile produite industriellement ou de façon traditionnelle, ou sous forme de pâte ou de farine. Elle est également utilisée dans la production de tourteaux pour l'alimentation du bétail.

Au Sénégal, les paysans, par imprévoyance, ne conservent pas toujours la quantité de semences nécessaires à leurs prochaines cultures. Ainsi, la distribution des semences d'arachide aux paysans (sous forme de prêts remboursés à la récolte) était une pratique très ancienne qui s'est maintenue jusqu'en 1984. Avec l'instauration de la nouvelle politique agricole (NPA), on a incité

les paysans à acheter des semences sélectionnées par des organismes d'Etat, ou à conserver leurs propres semences, issues de leurs récoltes précédentes.

3.2). Sélection

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 (VIEIRA DA SILVA, 1988).

La multiplication des semences sélectionnées a véritablement débuté en 1934 au Sénégal, et a consisté en un développement de **lignées** sélectionnées, dont la qualité est déterminée (entre autres) par une plus grande **pureté variétale**. Les cultures successives du même matériel végétal traditionnellement réalisées, détériorent assez rapidement cette pureté variétale. D'après SYLVESTRE (1961, in MASSALY, 1986) "*lorsque la pureté variétale au niveau d'un stock semencier (provenant de récoltes de l'année précédente) est inférieure à 70 %, on procède au remplacement de la totalité des semences par des apports provenant de la multiplication.*"

Signalons que diverses variétés (une douzaine environ), à durée de cycle de développement adaptée à chacune des zones écologiques ont été sélectionnées par la recherche agricole (ISRA-IRAT), et progressivement mise en place du nord au sud selon les caractéristiques des zones (Anonyme, 1982).

Cependant, la réduction de la pluviosité moyenne générale et de la longueur du cycle des pluies depuis quelques années (VIEIRA DA SILVA, 1988) posent de nouveaux problèmes à la culture de l'arachide, et explique l'intégration dans les critères de sélection, de paramètres physiologiques d'adaptation ou de tolérance à la sécheresse. C'est pourquoi les recherches ont porté et se poursuivent sur la résistance à la sécheresse et la création de variétés ou de lignées utilisant plus favorablement l'eau (I.S.R.A.-I.R.A.T.; ANNEROSE, comm. pers.). Au Sénégal, la sécheresse se manifeste sous différentes formes :

- la période des pluies s'est considérablement réduite au cours des dernières années. Les variétés adaptées doivent faire leur cycle à l'intérieur de la courte période humide (parfois moins de 3 mois) et doivent être particulièrement précoces. Ces conditions prévalent au Sénégal, dans la partie nord du bassin arachidier (région de Louga), qui est devenue impropre aux variétés existantes, leur cycle étant trop long.

- on observe des interruptions aléatoires pendant la période humide. C'est le cas typique des régions centre-sud du Sénégal où les variétés doivent présenter des caractères physiologiques de

résistance leur permettant de supporter sans dommages irréversibles les périodes sèches occasionnelles.

3.3). Culture, stockage et commercialisation.

Les superficies cultivées en arachide atteignent annuellement près d'un million d'hectares (la moitié des surfaces emblavées), et les ventes des gousses représentent au moins 50 % du revenu des paysans, qui constituent, rappelons-le, 70 % de la population. Les huiles et les tourteaux correspondent à plus de la moitié du total des exportations du pays; enfin, les fanes constituent un excellent fourrage qui fait l'objet d'un commerce local important mais difficilement chiffrable. Sa culture s'étend sur l'ensemble du territoire, mais avec une prédominance au niveau du "bassin arachidier" (Fig. 1), situé dans la zone soudano-sahélienne, et qui s'étend sur plus de 600.000 ha.

Il s'agit de la principale culture de rente dans la zone concernée; de plus, une rotation faisant intervenir cette légumineuse avec des céréales (mil, sorgho ou maïs) contribue à éviter un appauvrissement excessif du sol.

Cependant, l'introduction de l'arachide dans les assolements paysans s'est faite en partie au détriment de cultures traditionnelles, qui subsistent toutefois et dont on peut citer : le niébé (*Vigna unguiculata*), le manioc (*Manihot esculenta*), le gombo (oseille de guinée).

Les arachides sont généralement déterrées à maturité dès la fin des pluies (octobre ou novembre), et la teneur en eau des gousses est alors élevée, de l'ordre de 40 à 50 % (GILLIER & BOCKELEE-MORVAN, 1979). Il est nécessaire d'effectuer un séchage sur le champ avant de pouvoir faire le battage, qu'il soit manuel (au fléau) ou mécanique. 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 andains) et ensuite en meules. Cela dure donc généralement plusieurs semaines au cours desquelles différents insectes peuvent intervenir.

L'égoussage est pratiqué immédiatement après la récolte lorsqu'il s'agit d'arachides de bouche (pour les confiseries) ou 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 des 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.

L'essentiel des arachides est commercialisé dans les coopératives villageoises, où le stockage est fait en vrac dans des "secco", terme local au Sénégal qui désigne des monticules en plein air pouvant rassembler plus de 10.000 tonnes d'arachides, et limitées à sa base par un mûr de sacs remplis d'arachides.

Après 2 à 3 mois dans les coopératives, intervient la collecte et l'évacuation, d'abord sur des "centres de groupage" à proximité d'une gare, ou généralement directement vers les huileries où elles peuvent passer plus d'une année en stocks couverts de bâches.

3.4). Ennemis des cultures et des stocks.

La particularité de l'arachide de former ses gousses dans le sol la protège, jusqu'à l'arrachage, des attaques des ravageurs à l'exception des insectes du sol tels les termites (Isoptères) et les iules (Myriapodes, Diplopodes). Ceux-ci peuvent localement causer des pertes de rendement et déprécient la qualité des récoltes par les perforations de la coque, qui sont des voies de pénétration pour diverses moisissures, notamment par l'*Aspergillus flavus* générateur d'aflatoxine.

De fortes attaques de punaises (*Aphanus sordidus*, Hétéroptères *Lygaeidae*) sont observées certaines années lors du séchage des gousses au champ. Les adultes et jeunes se nourrissent en perforant les gousses d'une piqûre très fine ne laissant pas de trace, mais l'amande se dessèche par suite de la perte de son huile (APPERT, 1957 et 1985), et les graines piquées en se desséchant prennent un aspect ridé, et un mauvais goût à la consommation.

Divers rongeurs occasionnent des pertes de récoltes au champ durant le long séchage. Leur importance et diversité spécifique sont variables, mais deux principaux sont signalés: l'un diurne, le rat palmiste (*Xerus erythropus*), l'autre nocturne, le rat de Gambie (*Cricetomys gambianus*) (HUBERT, 1977).

Parmi les principaux insectes ravageurs signalés dans les stocks, les punaises (Hétéroptères, *Lygaeidae*) et la bruche de l'arachide (*Caryedon serratus* OL., Coléoptère *Bruchidae*) peuvent faire des dégâts importants aux arachides en stocks (RISBEC, 1950. APPERT, 1957; GILLIER & BOCKELEEE-MORVAN, 1979). Les autres insectes, particulièrement les trogodermes (*Trogoderma granarium* E.), *Tribolium castaneum* H. et *T. confusum* D. peuvent faire des dégâts importants surtout dans les stocks d'arachide décortiquée.

Au Sénégal, pour les conservations de longue durée en coque, en particulier pour les semences, la bruche reste le parasite le plus redoutable (GILLIER & BOCKELEEE-MORVAN,

1979); sa larve à l'intérieur de la gousse est en effet relativement protégée de l'action des insecticides utilisés en poudre ou en solution.

Cependant, dans les traditions paysannes locales, les dégâts des ravageurs sont tolérés jusqu'à un certain niveau et tant que les pertes ne sont pas spectaculaires. La perception des dégâts, de même que la décision de lutte sont-elles ainsi parfois tardives, au mépris des incidences sur la qualité des récoltes (en réalité relativement peu perçue, mis à part pour les semences), et des incidences ultérieures (le polyvoltinisme de certains ravageurs étant inconnu). Cette tolérance d'un certain niveau d'attaque chez les paysans est liée à l'acceptation par ceux-ci de l'idée selon laquelle **"les ravageurs prennent leurs parts de la récolte"**. Cet exemple de fatalisme figure parmi les ambiguïtés des relations des paysans avec leur environnement.

Malgré le soutien dont a bénéficié l'arachide comme culture de rente (prêts de semences sélectionnées et des intrants - engrais, pesticides -, organisation des circuits de commercialisation, encadrement par les structures étatiques, etc...), la conduite des traitements des stocks (et même le choix des produits) n'a pas toujours été adéquate. Leur efficacité en milieu paysan ne coïncide pas toujours avec celle signalée en station. D'autre part, les insecticides sont considérés comme polyvalents sur les insectes en général, et leur choix par les paysans se fait "au tout venant".

Le gouvernement sénégalais a récemment mis en oeuvre une "Nouvelle Politique Agricole" (NPA) qui vise à libéraliser l'agriculture par un allègement de la tutelle de l'Etat, une responsabilisation accrue du paysan et un recours croissant au mouvement coopératif. En pratique, cela signifie le retrait progressif des structures d'encadrement des paysans, et l'obligation, pour les paysans de conserver leurs propres semences d'arachides.

Notre travail s'insère dans le contexte écologique et socio-économique décrit. Nos observations ont porté particulièrement à l'échelle "de la parcelle paysanne" (*in situ* ou reconstituée en station). Nos analyses tiennent compte des spécificités de ce contexte (champs, villages et végétations environnants, culture d'arachides et modalités de stockage). La politique agricole instaurée par le Gouvernement crée des situations de stockages d'arachide chez les paysans, pas nécessairement nouvelles, mais d'ampleur plus importante. Il n'est pas pas également exclu que certains cas de figures observés dans les contaminations par des ravageurs dans les grands stocks commerciaux et/ou huiliers, soient liés à des causes apparues au niveau "paysan", et dont les études, à cette échelle, ont souvent fait défaut dans la littérature.

Chapitre II

QU'EST CE QUE LA BRUCHE DE L'ARACHIDE, *CARYEDON SERRATUS* (OL.): REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

1). SYSTEMATIQUE

DECELLE (1966) établit le statut et la révision systématique de la bruche de l'arachide, sous l'appellation de *Caryedon serratus* (OL., 1790), après observation et dissection d'exemplaires types provenant des récoltes de GEOFFROY DE VILLENEUVE au Sénégal. Cette position systématique fut revue à la suite des travaux de SOUTHGATE & POPE (1957), MUJERKI *et al.* (1957) et PREVETT (1965).

Comme DAVEY (1958) l'a montré, la bruche de l'arachide a été désignée par les entomologistes agricoles sous d'autres appellations spécifiques liées le plus souvent à *Caryoborus* et plus rarement à *Pachymerus* et à *Caryedon* : *acaciae* GYLL., *cassiae* GYLL., *fuscus* GOEZE, etc... DECELLE (1966) indiqua que ces appellations ont été abusivement employées et qu'ils désignent en réalité d'autres espèces.

La synonymie, comme établie par DECELLE, est la suivante :

Caryedon serratus (OL., 1790)
Bruchus serratus (OL., 1790)
Caryoborus serratus (OL., 1790)
Bruchus gonagra F., 1798
Caryoborus gonagra (F., 1798)
Pachymerus gonager (F., 1798)
Caryedon gonagra (F., 1798) SOUTHGATE & POPE, 1957
Caryoborus fuscus (BEDEL, 1901)
Pachymerus fuscus (BEDEL, 1901)
Caryedon fuscus (BEDEL, 1901)
et *Pachymerus sicutensis* PIC, 1924.

Caryedon serratus appartient à la tribu des *Caryedini*, à la sous-famille de *Pachymerinae*, à la famille des *Bruchidae*, à l'ordre des Coléoptères.

Dans les premiers travaux en Afrique de l'Ouest sur la bruche de l'arachide, les auteurs

de langue français la désignait par *Pachymerus cassiae* GYLL. ou *P. acaciae* GYLL.; et les auteurs anglais par *Caryedon fuscus* GOEZE, *Pachymerus longus* PIC, ou récemment encore *Caryedon gonagra* (F.).

Cependant *Caryedon serratus* (OL.) est la seule espèce du genre inféodée à une légumineuse alimentaire cultivée en Afrique (DECELLE, 1981; 1987), malgré l'importance de ce genre sur ce continent (PREVETT, 1965).

SOUTHGATE (1976), sur la base des différences de genitalia avec les specimens de *Caryedon serratus* observées en Israël sur *Acacia spirocarpa* HAYNE, *A. tortilis* HORCHST et *Prosopis farcta* (BANKS & SOL.), et d'après la non fertilité de la descendance du croisement avec les individus récoltés d'Afrique occidentale sur arachide, établit une nouvelle sous-espèce, *Caryedon serratus palaestinus*. Mais BELINSKY & KUGLER (1978), puis PFAFFENBERGER (1984) observèrent une variation phénotypique sur la plaque prothoracique du 1^{er} stade larvaire, ce qui, avec les différences antérieures, permirent d'élever la sous-espèce *palaestinus* au statut d'espèce : *Caryedon palaestinus* SOUTHGATE, new status.

2). PLANTES-HOTES

SAGOT & BOUFIL (1936) indiquèrent, au Sénégal, un possible développement de la bruche *Caryedon serratus* dans les gousses de *Tamarindus indica* dans la nature, en dehors des attaques d'arachide en stocks.

DAVEY (1958) fit la synthèse des travaux antérieurs, et dressa, outre l'arachide, la liste des plantes hôtes de *Caryedon serratus*. Mais les confusions taxonomiques que signale cet auteur rendent les travaux antérieurs souvent inutilisables.

PREVETT (1965, 1966a et b, 1967a et b) établit l'inventaire des plantes hôtes au Nigéria et en Ouganda; *Caesalpiniaceae* : *Tamarindus indica* L., *Piliostigma reticulatum* (DC.), *P. thonningii* (SCHUM), *Cassia sieberiana* (DC), *C. arereh* DEL. , *Bauhinia rufescens* LAM.; *Papilionaceae* : *Arachis hypogaea* L..

DECELLE (1981, 1987) signale les même espèces, mais y rajoute *Bauhinia monandra* (KURZ), dans presque toute l'Afrique tropicale mais surtout dans les savanes arborées. Selon PREVETT (1954, in DAVEY, 1958), l'hôte primaire de *C. serratus* serait *Tamarindus indica*, une légumineuse pantropicale qui pousse dans l'Ancien Monde, en Amérique centrale et aux

Caraïbes. Mais l'origine controversée de *T. indica* (Africaine pour certains, dont DECELLE; ou Asiatique -Indes- pour d'autres) explique les divergences dans les hypothèses sur l'origine de *C. serratus*. Les auteurs anglais (dont PREVETT) considèrent que cette bruche est originaire des Indes comme le tamarinier. Les auteurs de langue française (APPERT, 1954; DECELLE, 1981; 1987; ROBERT, 1984) proposent une origine africaine. Quoi qu'il en soit, tous ces travaux s'accordent pour dire que le commerce de la plante-hôte d'origine *T. indica*, a joué un rôle essentiel dans la propagation de cette bruche.

RITCHIE (1918, in DAVEY, 1958), considérant l'origine africaine, pense que son installation aux Antilles (West Indies), où elle est non endémique, est due au commerce d'esclaves vers la Jamaïque, Haïti et la Barbade. JOHNSON signale cette bruche au Mexique (1966), aux Antilles (1981) puis au Vénézuëla (1986), et suppose qu'à cause de l'abondance de son hôte primaire *Tamarindus indica*, *C. serratus* s'est établi en Amérique du sud. A ce titre, il est considéré comme un ravageur économique potentiel des arachides cultivées sur le continent américain. KINGSOLVER (1970) note "*this bruchid is often intercepted in plant quarantine inspections of tamarind seed, and as hitchhikers in planes and ships*".

D'après BELINSKY & KUGLER (1978), "*although groundnuts are grown in Israel, no damage by *Caryedon palaestinus* has ever been reported, by considering the possibility that bruchids could pass from Acacia to groundnuts... under laboratory condition (26 °C and 70 % RH), the bruchids from Acacia developed normally on groundnuts*".

En fait, en dehors de l'Afrique, *C. serratus* n'a pas été cité sur arachide (DECELLE, 1987). Cet auteur pense que "*ce serait une lignée particulière, apparue en Afrique de l'ouest qui serait inféodée à l'arachide, pour s'étendre en tâche d'huile vers l'est et le sud, avec des signalisations récentes au Soudan et au Congo (vers 1970)*".

GAGNEPAIN *et al.* (1986) ont étudié *C. serratus* en Côte d'Ivoire. Il ne se développe que sur *Piliostigma thonningii* dans les savanes guinéennes, et mais pas dans les arachides cultivées, où l'attractivité observée est faible (POLLET, 1982).

Selon ROBERT (1985), "*en Afrique des populations de *C. serratus* sont observées se développant dans des écosystèmes très différents, en terme climatique, de présence de plantes hôtes sauvages et/ou d'arachide*". L'hypothèse que des différences puissent exister entre *C.*

serratus se reproduisant exclusivement sur les hôtes sauvages et ceux sur les arachides, a poussé plusieurs auteurs à définir "la souche" utilisée; c'est-à-dire la spécification de la plante hôte de développement post-embryonnaire et d'émergence. Ainsi ROBERT (1982) étudie trois souches, deux originaires du Niger (l'une provient de *Bauhinia rufescens* et l'autre d'*Arachis hypogea*), la troisième vient du Congo (sur *A. hypogea*). Il note que "les croisement des mâles et femelles de trois souches étudiées donnent des hybrides fertiles." Pour l'instant, il ne semble pas établi que des sous-espèces ou espèces distinctes soient observées en Afrique, bien que les souches étudiées dans diverses localités se différencient à bien des égards.

En fait le statut de l'espèce *Caryedon serratus* (OL.) est très ambigu et l'hétérogénéité des méthodes d'études complique les comparaisons. Les divergences observées, pour une même espèce, selon les auteurs et les zones d'études sont surprenantes. Nous développerons cet aspect dans le dernier paragraphe de ce chapitre.

3). BIOLOGIE ET ECOLOGIE

Chez *C. serratus*, les adultes ne s'alimentent pas nécessairement et, d'après DAVEY (1958), "it is presumed that during adult life reserves accumulated during larval life are used". Selon APPERT (1954), "la longévité est variable. Certains individus meurent le lendemain de leur émergence alors que d'autres survivront un mois et que la plupart des adultes vivent environ huit jours". En l'absence d'eau, la longévité en élevage est de trois semaines pour DAVEY (1958), mais l'apport d'eau accroît la durée de survie adulte de 3 à 6 ou 7 semaines. Divers travaux indiquent que la longévité en élevage est très variable selon la présence ou non d'eau et/ou de nourriture, et selon les conditions de température et d'humidité relative. Le préférendum thermique se situe, selon les auteurs, entre 25 et 32 °C (APPERT, 1954), ou 27,5 et 30 °C (CANCELA DA FONCECA, 1964). Plus on s'éloigne de ces limites, plus l'activité diminue, plus la ponte est faible et la mortalité rapide.

D'après ROBERT (1984) "lorsqu'à des femelles, on fournit de l'eau et du pollen, la production ovarienne est considérablement augmentée, de 43 ($\pm 5,7$)¹ à 127 ($\pm 14,9$)." Mais pour DELOBEL (1989), la longévité et la fécondité moyenne sur arachide (à 30 °C) sont

¹ ($\pm x$) : la valeur x suivant le symbole [\pm], indique l'écart-type de la moyenne.

respectivement de 18 jours et 45 oeufs sans aucune nourriture, de 15 jours et 79 oeufs en présence d'eau, et de 90 jours et 652 oeufs (!) avec du pollen chaque jour. Selon CANCELA DA FONCECA (1964), dans les conditions optimales de 27,5 - 30 °C et 70-90 % HR, la durée de vie des adultes est de 21 jours, sans aucune différence significative entre mâles et femelles.

Les adultes émergeant des cocons sont sexuellement mûrs et l'accouplement a lieu quelques heures après (APPERT, 1954; PAJNI & MANN, 1979), en général moins de 24 h après l'émergence (CANCELA DAFONCECA, 1964; A.NDIAYE, 1981). L'accouplement dure 25 à 40 mn à 30 °C et 70 % HR (PAJNI & MANN, 1979), 40 à 50 mn à 27,5 °C et 75 % HR (CANCELA DA FONCECA, 1964). Un spermatophore est déposé dans la bourse copulatrice de la femelle. Selon BOUCHER & HUIGNARD (1987), "*l'accouplement avec dépôt de ce gros spermatophore dans la bourse copulatrice, influe sur l'activité reproductrice des femelles, par la stimulation de l'ovogénèse et de la ponte comme chez Acanthoscelides obtectus* (HUIGNARD, 1976; POUZAT, 1977; LABEYRIE, 1978a et b, 1977). *Les raisons seraient dues aux stimulations mécaniques ou aux facteurs hormonaux des sécrétions mâles et, alternativement au rôle trophique des sécrétions mâles lors de copulations multiples, phénomène observées sur des femelles non alimentées en élevage*".

Ces résultats n'ont pas été retrouvés par DELOBEL (1989) qui note que "*la présence du mâle et l'insémination ne paraissent pas avoir d'effets sur l'ovogénèse*".

L'activité des adultes est surtout nocturne, particulièrement au crépuscule ou au lever du jour, et dans la journée les adultes recherchent des abris obscurs et restent presque inactifs (APPERT, 1954; CANCELA DA FONCECA, 1964; PAJNI & MANN, 1979; PIERRE, 1987, BOUCHER & HUIGNARD, 1987).

Les femelles de *C. serratus* commencent à ponte peu après l'accouplement. Selon APPERT (1954), "*aucun oeufs n'est pondu le premier jours d'émergence, et 80 % des oeufs pondus le sont le 2^{ème}, 3^{ème} et 4^{ème} jour, avec un maximum le 3^{ème} jour*".

La durée de la période de ponte des femelles varie de 6 à 10 jours à 30 °C et 70 % HR (PAJNI & MANN, 1979), de 5 à 12 jours selon APPERT (1954) et d'après CANCELA DA FONCECA (1964), "*lasting up to 27 days in presence of nuts (mean 8.9) and 52 days in their absence (mean 23.8)*".

Le comportement de ponte est décrit par PAJNI & MANN (1979) : "*before ovipositing the female inspects the surface of the seed with the help of her abdomen and extrudes her tubular ovipositor and rubs on the surface of seed a sticky secretion. An egg is deposited on the treated surface, with its broader end coming out first. The surface of freshly laid egg is also sticky and it is thus firmly glued to the surface of the seed*".

CANCELA DA FONCECA (1964) note que "*about 80 per cent of eggs were laid in crevices in the shell of the nut, where there are difficult to find... it seem quite likely that is responsible for the relatively low oviposition total number off eggs in litterature..., and also for the wide range of variability of these rates*". ROBERT (1984) décrit également ce phénomène.

CANCELA DA FONCECA (1964) relève que le nombre maximum d'oeufs varie en moyenne de 96.3 à 114.5 par femelle, entre 27.5 °C et 30 °C, "*and these numbers appeared to be independant of relative humidity within the range (50-90 %) tested in these temperatures*". PAJNI & MANN (1979) ont observé, sur *Tamarindus indica*, que "*the total nombre off eggs laid by a female ranges from 30 to 75 (average 42)*". APPERT (1954) indique une ponte moyenne par femelle sur arachide de 19.4 (\pm 8.2) à 28 °C et 70 % HR, et A. NDIAYE (1981) une ponte moyenne de 70 oeufs.

ROBERT (1982) relève une variabilité importante selon l'origine de la souche (*Bauhinia rufescens* de Niger ou *Arachis hypogea* du Niger et du Congo), et selon la nature du substrat de ponte : sur gousses de *Bauhinia rufescens*, 253.9 (\pm 31.6) et 210.7 (\pm 16.4) pour les souches du Niger et 194.5 (\pm 19.2) pour la souche du Congo; et sur gousses d'arachide, de 135.5 (\pm 27.9) et 148.5 (\pm 11.1) pour les souches du Niger, et 267.7 (\pm 28.9) pour la souche du Congo.

On remarque ainsi, selon les auteurs, une grande variabilité du nombre moyen d'oeufs pondus par femelle de *C. serratus* qui peut être due à :

- aux difficultés rencontrées dans le dénombrement des oeufs qui sont souvent déposés (à plus de 80 % parfois) dans les crevasses des gousses (CANCELA DA FONCECA, 1964; ROBERT, 1985).

- aux conditions d'élevage, particulièrement de température et d'humidité relative.

- à l'existence d'un polymorphisme du comportement reproducteur qui s'exprimerait, selon ROBERT (1984) "*en fonction de l'origine de la souche testée et la nature du substrat de ponte*". Signalons toutefois que ses premiers travaux n'avaient porté que sur des individus récoltés à partir de stocks d'arachide.

D'autre part, l'oophagie semble dans certaines situations très importante chez certaines femelles de *C. serratus*. CANCELA DA FONSECA (1964) note ainsi que "*the adults placed on kernels destroy mechanically a very large proportion of the egg they lay*". cit.). ROBERT (1984) décrit cette oophagie comme une activité essentielle, alors que DELOBEL (1989) la considère comme mineure. Ceci dit, l'influence probable de l'oophagie sur les estimations de la fécondité n'est pas toujours indiquée.

De plus, les concepts utilisés (fécondité, production ovarienne, ponte) ne sont pas toujours clairement définis. Par ailleurs, de nombreux oeufs sont parfois déposés dans les bocaux d'élevage. ROBERT (1985) observe qu'*en présence de gousses, 14 à 71 % des oeufs sont déposés au fond des boîtes d'élevage*. D'autres auteurs n'ont pas observé ce phénomène; ainsi, pour CANCELA DA FONCECA (1964) "*when nuts were present no egg were laid elsewhere*".

D'autres travaux mentionnent l'existence de préférences de ponte des femelles de *C. serratus*, lorsqu'elles sont mises en situation de choix au laboratoire. ROBERT (1985) relève en effet que:

- "*some strains showed a marked preference for their original host plant irrespective of where they completed their larval development*". C'est le cas d'une souche récoltée sur *B. rufescens* dans une zone du Niger où l'arachide n'est pas cultivée et d'une souche récoltée au Congo sur arachide dans une région où n'existe que *Piliostigma thonningii* comme hôte sauvage.

- "*one strain with some females preferred B. rufescens whilst others oviposited preferentially on A. hypogea. The substrate used for larval development appeared to influence the choice of subsequent oviposition sites*". Cette souche est récoltée d'*A. hypogea* au Niger dans une région où les plantes hôtes sauvages sont abondantes.

Cependant la signification d'une telle variabilité de réponse n'est pas en soi facile à établir, d'autant que, comme le souligne cet auteur, "*in real world, females are never confronted with the simple choice situation discussed*".

L'incubation des oeufs après la ponte dure d'une semaine (A. NDIAYE, 1981; ROBERT, 1984), à 10 jours (CANCELA DA FONCECA, 1964; APPERT, 1957). APPERT (1954) observe qu'environ 60 % des oeufs parviennent à éclore aux hygrométries moyennes (50 - 70 %) entre 27 et 33 °C.

PREVETT (1967) a déterminé 4 stades larvaires.

APPERT (1954) observe que "la durée du cycle (adulte à adulte) est d'autant plus brève que la température et le degré hygrométrique sont plus élevés : le nombre de jours écoulés entre la ponte et l'apparition du premier adulte aux humidités relatives de 90 %, 70 % et 50 % sont, à 27 °C respectivement 56, 58 et 60 jours; à 30 °C respectivement 43, 47 et 54 jours; et à 33 °C de 41, 42 et 45 jours".

Selon A. NDIAYE (1981), la durée de développement de l'oeuf à l'adulte est de 45 à 47 jours à 30 °C et 70 % HR.

DAVEY (1958) constate que, dans des gousses ou graines d'arachide ayant reçu de 10 à 60 oeufs de *C. serratus*, le nombre moyen de larves qui peuvent se développer est de 6.5 (\pm 2) par gousse, et de 2.4 (\pm 1) par graine.

Cet auteur indique que "while several larvae can survive inside on nut, there is a limit to the number of adults emerging from it". Selon CANCELA DA FONSECA (1964), ce surpeuplement larvaire est régulé par la compétition intraspécifique entre larves, dont il décrit les mécanismes et indique les incidences :

- "the inscreasing mortality of larvae of *C. serratus* with density is caused by direct competition... one of the competing larvae is compelling to migrate and pupate outside the kernel. The migration increase with population density.

- mean total developmental period measured by the date of adult emergence increased with the increasing density.

- larval competition results also in a reduction in the weight of emergence adults, from 26.4 milligrammes (mg) to 19.4 mg between 1 L_1 /kernel - 9 L_1 /kernel".

A son complet développement, la larve L_4 , qui a consommé la graine en presque totalité, se rapproche de la surface extérieure et découpe dans la coque ou le tégument de la graine, un trou circulaire de 3 mm de diamètre à contours bien nets (APPERT, 1954); la nymphose a lieu dans la graine dans un cocon tissé au niveau de cet orifice ou à l'extérieur dans un cocon collé entre deux gousses. PIERRE (1987) observe que, dans la nature, sur *B. rufescens*, la plupart des L_4 quittent la gousse et se nymphosent dans le sol. CONWAY (1976) avait remarqué ce phénomène sur les *Caesalpinaceae* sauvages en Gambie.

L'origine des infestations, très peu étudiée dans la littérature, reste controversée et diffère selon les auteurs, probablement selon les systèmes étudiés. Mais deux hypothèses peuvent être retenues, à partir des données de la littérature, et d'après ce qui se passe chez d'autres bruches:

- la première considère que la contamination se fait *in situ*, faute d'un nettoyage insuffisant des lieux de stockage où sont rentrées les récoltes nouvelles. Le problème se ramène à celui de l'hygiène des lieux de stockage, un préalable toujours recommandé avant l'entreposage de toute récolte. APPERT (1954) note que la forme larvaire chez *C. serratus* peut persister longtemps à l'intérieur du cocon et l'espèce peut ainsi facilement survivre dans les lieux de stockage d'une récolte à l'autre. GREEN (1959) pense également que les stocks mal nettoyés, dans lesquels s'abritent des adultes de *C. serratus*, seraient à l'origine des contaminations des récoltes nouvelles.

- la seconde hypothèse envisage une origine double de la contamination, à partir des stocks mal nettoyés et par l'introduction de gousses ayant subi une primo-infestation lors de la période de séchage dans les champs. Divers travaux sur d'autres bruchidés ont montré qu'un tel processus est envisageable chez *Acanthoscelides obtectus* (LARSON & FISHER, 1938; LABEYRIE, 1957; JARRY, 1984 et 1987), *Zabrotes subfasciatus* (PIMBERT, 1985), *Callosobruchus maculatus* et *Bruchidius atrolineatus* (ALZOUMA et al., 1985). La protection concerne, dans cette seconde hypothèse, à la fois les stocks et les champs. Et comme le rappelait LABEYRIE (1981), "les bruchidés trouvés dans les stocks ne sont des insectes des stocks, mais des insectes dont le comportement leur permet de contaminer les stocks".

Rappelons que PREVETT (1966b) a observé le développement continu de *C. serratus* durant toute l'année dans les savanes arborées du Nord Nigéria, où subsiste un nombre suffisant de gousses mûres persistantes sur les hôtes primaires (*Tamarindus indica*, *Piliostigma reticulatum* et *P. thonningii*) jusqu'à la maturation des nouvelles gousses. Mais cet auteur n'a pas étudié les relations avec les arachides cultivées, tout comme PIERRE (1987) au Niger, qui a étudié la biologie des populations de *C. serratus* uniquement sur *B. rufescens* durant toute l'année.

GAGNEPAIN *et al.* (1986 et 1989) ont étudié le cycle de *C. serratus* dans les savanes guinéennes de Lamto en Côte d'Ivoire qui ne se développe que sur *Piliostigma thonningii*, mais pas dans les arachides pourtant cultivées dans ce pays (POLLET, 1982).

Par ailleurs, SAGOT & BOUFIL (1936) ont observé une contamination des gousses de *Tamarindus indica* par *C. serratus*, sur des arbres poussant à proximité des champs d'arachide. Ils ont également obtenu des émergences à partir des gousses d'arachides récoltées dans ces champs, mais ils sont restés très prudents quant à l'origine de cette infestation.

Par la suite, en Gambie, les observations en plein champ de FRIENDSHIP (1974) et CONWAY (1975) ont permis d'établir que les primo-infestations commencent immédiatement ou peu après l'arrachage des arachides, quand la récolte est exposée en séchage au champ.

Ainsi, bien que l'on sache que *Caryedon serratus* se développe dans la nature sur des *Caesalpinaceae* sauvages, très peu de travaux (à l'exception de ceux cités ci-dessus) ont été réalisés sur la contamination des arachides en plein champ, en relation avec des légumineuses hôtes potentiels présentes dans les champs ou à proximité.

4). DEGATS ET INCIDENCES ECONOMIQUES

Les dégâts dus *C. serratus* et leurs incidences économiques varient selon les types de stocks, leur destination et la durée de stockage. Les études menées sur ce sujet ont porté essentiellement sur les grands stocks commerciaux ou huiliers (de plus de 10 000 tonnes), et ont été conduites pendant longtemps au Sénégal, en particulier par l'IRAT². POINTEL & YACIUK (1979) notent que l'infestation par *C. serratus*, après trois mois de conservation d'un stock expérimental (de 18 tonnes), s'observent essentiellement à sa périphérie, à quelques centimètres de la surface, ainsi qu'à la base.

GILLIER & BOCKELEE-MORVAN (1979) ont observé dans un stock (de 5 tonnes) d'arachide au Sénégal, que les attaques de bruches sont passées de 8 à 40 % en six mois. Ils ont également remarqué que les pertes sont plus limitées pour des stocks de plusieurs milliers de tonnes, les couches superficielles étant beaucoup plus fortement attaquées que l'intérieur du stock. Cependant, l'origine des contaminations reste inconnue.

FRIENDSHIP (1974) a estimé qu'environ 3 % de la production d'arachides en Gambie est annuellement détruite par *C. serratus* essentiellement, et que des taux d'attaque très élevés

² I.R.A.T., Institut de Recherche d'Agronomie Tropicale (actuelle C.I.R.A.D.).

sont relevés à la périphérie des stocks, en haut, en bas et sur les côtés, par opposition au centre.

CONWAY (1975) a observé, en Gambie, durant le stockage des gousses, des taux d'attaque de 5 %, pour une diminution d'environ 3 % du poids de la récolte. Les attaques observées peuvent aller jusqu'à 83 % après 4 mois et demi de stockage dans les centres de commercialisation.

Cependant, des soins particuliers ont été souvent apportés au stockage des semences d'arachide, conservées généralement en coques. Le stockage des semences en graines pour de longues durées et qui nécessite des techniques spéciales et coûteuses (stockage en chambre froide, stockage sous vide, etc...), n'est pratiqué que dans des cas très particuliers (stocks de sécurité, arachide de confiserie). Au Sénégal, des semences sont conservées à Louga (Nord du pays) dans des enceintes climatisées de 200 m³ à 5° C ou de 500 m³ à 2° C, afin de disposer des stocks de sécurité. Cette longue conservation est généralement précédée d'un traitement aux fumigants avec du phostoxin (phosphore d'aluminium) ou au bromure de méthyl.

Certains auteurs dont CANCELA DA FONCECA (1964) ont remarqué que les arachides en coques sont plus vulnérables à la bruche, et sont attaquées à 60-90 %, contre 30 à 70 % pour les arachides décortiquées. D'autres auteurs, dont GILLIER & BOCKELEEE-MORVAN (1979) estiment que les semences d'arachide sont plus vulnérables aux insectes (en général) lorsqu'elles sont conservées en graines. Quoi qu'il en soit les paysans stockent, à la ferme, leurs semences en gousses, et ne les décortiquent qu'à l'approche des semis.

L'incidence des dégâts chez le paysan est en fait mal connue, très peu de travaux ont porté sur le sujet. CONWAY (1975) a observé après 16 semaines de stockages, des taux d'attaques de semences paysans passant de 0.78 % à 43 %. Il signale des attaques atteignant même 100 % dans certains villages.

Au Congo, MATOKOT et al. (1987) relèvent des pertes quantitatives de poids à l'issue de neuf à dix mois de stockage, variant de 9.3 % dans un village à 62.8 % dans un autre, et principalement dues à *C. serratus*.

5). ENNEMIS ET MOYENS DE LUTTE

5.1). Ennemis (parasites)

RISBEC (1950) a établi un inventaire des parasites de *C. serratus* au Sénégal, mais les confusions taxonomiques rendent inutilisables ses indications. La revue systématique de sa collection au Muséum est en cours (DELVARE, 1988).

PREVETT (1966b) a relevé, sur *C. serratus* se développant sur des Caesalpiniacées sauvages au Nigéria, des hyménoptères parasites du genre *Bracon* sp., *Entedon* sp.

En Côte d'ivoire, RASPLUS (1988) décrit une espèce nouvelle de *Pteromalinae*, *Anisopteromalus caryedophaga* n. sp., ectoparasite grégaire des larves et nymphes de *C. serratus*, séminivore de *P. thonningii*. Cette espèce est également signalée au Congo et au Niger.

GAGNEPAIN & RASPLUS (1989) ont fait la revue bibliographique des parasites de *C. serratus*, et observé en Côte d'ivoire cinq espèces de parasites de *C. serratus* :

- "un trichogramme *Uscana caryedini* Viggiani qui se développe au dépend des oeufs de *C. serratus*, et dont le taux de parasitisme observé varie de 3.0 % au début des pontes à 30.0 % durant le seconde phase de la ponte en janvier.

- des parasites de larves et de nymphes dont les principaux sont,
 - . *Anisopteromalus caryedophagus* Rasplus; le parasitisme difficile à évaluer, mais près de 90 % des cocons dans les pièges sont infestés;

- . *Bracon* (*Ophthalmobracon*) sp.; ce sont des ectoparasites s'attaquant fréquemment à *C. serratus* et dont la révision systématique n'est pas encore entreprise.

Enfin, quelques espèces sporadiques: *Proconura serratocida* Rasplus et *Eurytoma caryedonicida* Rasplus".

Il faut également signaler que DELOBEL (1989) a étudié la biologie au laboratoire du trichogramme *Uscana caryedoni*, qui parasite les oeufs de *C. serratus* et *C. congensis* sur gousses de *P. thonningii* dans la principale zone de culture de l'arachide au Congo. Cependant, il a noté que ce parasite est absent dans les stocks d'arachides dans les villages où il est rencontré sur *P. thonningii*, et qu'un taux de parasitisme extrêmement faible est observé lors de la contamination artificielle de stocks au laboratoire. En dépit des taux de parasitisme dans la nature atteignant 40 %, cet auteur conclut que "l'utilisation de ce parasite dans un programme de lutte biologique n'est pas envisageable... bien qu'il intervient comme agent efficace de limitation des

populations de C. serratus, par son intervention au niveau de P. thonningii".

L'étude des parasites de *C. serratus* est certes ancienne (RISBEC, 1950; PREVETT, 1966b), mais n'a été reprise que récemment (GAGNEPAIN & al., 1986; RASPLUS, 1988; GAGNEPAIN & RASPLUS, 1989; DELOBEL, 1989). L'utilisation possible de ces parasites en lutte biologique n'est pour l'instant, qu'au stade de la réflexion ou de tests préliminaires au laboratoire, mais leur biologie sera probablement étudiée davantage, et ils feront certainement l'objet d'expérimentations et d'applications sur le terrain, dans les années à venir.

5.2). Moyens de lutte

Historiquement, les premiers travaux effectués au Sénégal sur la bruche de l'arachide (SAGOT & BOUFIL, 1936; BOUFIL, 1938) ont consisté à mettre au point des méthodes de lutte, à cause des grandes quantités de stocks détruits. Cette étude des moyens de lutte a porté d'abord sur les produits communément utilisés à cette époque: (sulfure de carbone, bouillie borbelaise, pétrole, paradichlorobenzène), sur des plantes localement utilisées par les paysans (*Datura*, *Malpighia alternifolia*) et sur des techniques de stockage hermétique (bonbonnes enterrées, fûts métalliques) (SAGOT & BOUFIL, 1936). BOUFIL (1938) a testé l'efficacité d'autres insecticides (exemple rétonone, nicotine) et celle d'une plante locale (*Boscia senegalensis*). Ces produits ont globalement été peu efficaces et les résultats très peu reproductibles en stocks réels. Les plantes locales testées n'ont pas empêché l'évolution des attaques par *C. serratus*. Le stockage hermétique provoque bien la mortalité de l'insecte, mais la faculté germinative des semences diminue dans une forte proportion.

Ces essais ont été poursuivis ensuite par APPERT (1954, 1957), qui a conclu à "*la poursuite de la lutte par les procédés chimiques*". Il a testé l'efficacité de divers organochlorés disponibles (DDT, HCH, Lindane, Aldrine, Dieldrine) et a obtenu les meilleurs résultats avec le dieldrine et le HCH. Signalons qu'à l'époque les inconvénients de ces produits étaient loin d'être connus.

Ces organochlorés connaîtront ensuite le succès que l'on sait et seront testés par plusieurs auteurs, en Gambie en particulier, (GREEN, 1959; FRIENDSHCHIP, 1974; CONWAY, 1975), jusqu'à ce que les premières formes de résistance soient observées avec le Lindane (CONWAY, 1975).

Cependant, même si les attaques étaient tant soit peu atténuées, elles étaient toujours observées dans les stocks. C'est sans doute, une des raisons pour lesquelles d'autres études ont été menées sur la biologie dans la nature et la recherche de l'origine de la contamination. En fait, la faible efficacité des moyens de lutte est probablement liée à l'insuffisance des connaissances sur la primo-infestation et la dynamique de contamination. La lutte n'était envisagée qu'une fois les arachides mises en stocks.

Les résultats de CONWAY (1975), permirent d'intégrer dans les procédés de lutte, des traitements préventifs au champ. Cet auteur ayant signalé l'existence d'une pré-infestation au champ, certaines précautions particulières ont commencé à être appliquées sur les techniques appliquées après l'arrachage. Ces conduites n'ont été généralement menées qu'en station (production de semences). Au niveau des paysans, aucune précaution n'est prise durant l'exposition des récoltes au cours de la période de séchage en plein champ.

On a toujours, par contre, souligné l'importance de l'hygiène des lieux de stockage (nettoyage soigneux, traitement des parois et des emballages ayant servi, incorporation de poudre insecticide). L'IRAT a mené au Sénégal plusieurs études dans ce sens (GILLIER & BOCKELEE-MORVAN, 1979) et a testé également de nouveaux procédés (traitement au fumigants, stockage hermétique). De nouveaux insecticides ont été testés comme les organophosphorés, les carbamates et les pyréthrénoïdes. Cependant, si l'efficacité observée est probablement meilleure, le problème des attaques par *C. serratus* n'est toujours pas résolu.

Plusieurs facteurs peuvent expliquer l'échec relatif des traitements, particulièrement au niveau paysan : le faible pouvoir pénétrant des formulations insecticides utilisées (généralement des poudres à poudrer), des traitements tardifs, n'ayant lieu qu'en stocks avec une méconnaissance totale de la dynamique de contamination de la bruche, la concentration des moyens de lutte sur les grands stocks commerciaux ou des huileries, absence d'études sur le cycle global du ravageur, etc...

Les travaux sur la question présentent malheureusement *C. serratus* comme "ravageur des stocks", où sont alors menés les procédés de lutte, alors que la contamination a souvent déjà eu lieu au moment du stockage, et que l'insecte se trouve déjà abrité et se développe dans les graines.

En fait, la lutte devrait être de type intégrée, c'est-à-dire combinant un ensemble de méthodes complémentaires, évitant ainsi de privilégier les procédés de type chimique. Il est nécessaire dans ce cas, d'avoir une idée précise du cycle global de la bruche, afin de situer les périodes de primo-infestation et de détecter les moments où le ravageur est plus accessible et vulnérable, en particulier avant son installation dans les gousses et graines. Enfin, il faudrait éviter cette distinction abusive qui considère l'insecte comme un "ravageur des stocks", ce qui sans doute, occulte l'importance d'autres facteurs dans le cycle de l'insecte.

6). DISCUSSION : LE STATUT DE L'ESPECE *CARYEDON SERRATUS*

L'idée unanimement admise pour l'instant, est l'existence d'une seule espèce vraie de *C. serratus*, définie selon des critères morphologiques externes et les genitalia. En tout cas, pour les spécimens observés, se développant sur arachide, en Afrique occidentale particulièrement, le doute ne subsiste pas, il s'agit de *C. serratus*.

La seule entorse véritable à cette règle, concerne *Caryedon palaesticus* Southgate, n. sp. (1984), qui se développe en Israël sur des *Mimosaceae* (*Acacia spirocarpa*, *A. tortilis* et sur *Prosopis farcta*). Ces spécimens ont été initialement considérés comme une sous-espèce, *C. serratus palaesticus* Southgate, 1979. Cependant, *C. palaesticus* se développe dans la nature sur des *Mimosaceae*, et ne contaminent pas les arachides pourtant cultivées en Israël (BELINSKY & KUGLER, 1978).

Les études de comportement, au laboratoire, (par exemple ROBERT, 1984) ont mis en relief le rôle du substrat de développement larvaire (plante hôte d'origine), et ont incité les auteurs à définir au sein de l'espèce *C. serratus*, des subdivisions pouvant tenir compte des différences relevées, mais selon une classification sans valeur taxonomique véritable: "la souche". C'est en quelque sorte, un concept globalement admis par la plupart des auteurs, et dont l'acceptation est liée, entre autres, aux difficultés de répétabilité des mêmes observations de comportement ou de certains paramètres biologiques au laboratoire.

HUIGNARD & BIEMONT (1979) abordent le même problème chez *Acanthoscelides obtectus*, et étudient les différences entre souches de la bruche du haricot selon la provenance. Cependant, ces différences au sein d'une espèce entre des individus de provenance différente sont généralement interprétées comme résultant du "polymorphisme" des espèces. FUTUYMA (1986)

le définit comme *"two or more discretely different phenotypes are fairly common within a population (and) the rarest of them exceeds some arbitrarily high frequency -say one percent or so- this condition is referred to as polymorphism"*. Les variabilités observées sont désignées par "phenotypic, behavioural polymorphism" chez *Callosobruchus maculatus* (UTIDA, 1981; MESSINA, 1987), ou par "polymorphisme reproductif" chez deux souches d'*A. obtectus* de Colombie (HUIGNARD & BIEMONT, 1979). LABEYRIE (1981) faisait remarquer que : *" we cannot think of achieving an efficient protection of legume crops without taking into account the remarkable polymorphism of bruchids"*.

Cependant, CREDLAND (1990) discute la désignation de ces phénomènes par le concept de "polymorphisme". Il pense que la meilleure description serait "biotypical differences" en se référant à la définition de ce concept par DIEHL & BUSH (1984) comme *"a temporary and provisional designation for cases where biological differences have been observed between organisms but where the genetic basis and evolutionary status of the difference have yet to be ascertained"*.

Le cas de *C. serratus* est cependant décrit par CREDLAND (1990) comme *"apparently unique situation"*, et pour lequel il évoque quelques contradictions, *"it therefore differs from the other pest species in that its primary cultivated host, groundnut, is not infested in the one part of the insect's range, South America, from which that host originated. The story is, however, complicated since one of its wild hosts, Tamarindus indica, is also cultivated for its pod contents which are eaten by man and has been widely distributed to Africa and elsewhere, probably with C. serratus in its pods or seeds, from its Asian origin"*.

Comme nous pouvons le remarquer, il est difficile de se faire une opinion précise sur le statut de *C. serratus* à partir de la littérature. Nous pouvons conclure comme CREDLAND (1990), *"the situation of C. serratus may actually be informative of the evolutionary processes involved in host since it demonstrates once again the initial association of bruchid with a wild host brought into cultivation, although the beetle's greatest importance is in the context of different crop"*. Nous devons ainsi éviter toute généralisation concernant *C. serratus*, et les études devraient être reprises au cas par cas en tenant compte des contextes spécifiques.

Chapitre III
BIOLOGIE, AU LABORATOIRE, DE *CARYEDON SERRATUS* SUR SES
DIFFERENTES PLANTES HOTES.

1). MATERIEL ET METHODES

En travail préliminaire, nous avons prospecté, en 1987-88 à Thiès, la savane arborée et arbustive cultivée du site d'étude (Fig. 2), et la forêt classée de Bandia, et avons systématiquement prélevé des gousses mûres (et/ou en maturation) des légumineuses présentes. Nous avons conservé les gousses récoltées au laboratoire dans des sachets en tulle, des bocaux ou cages d'élevage, et les émergences d'insectes (de bruches en particulier) ont été notées périodiquement. Le suivi de chaque lot n'excède pas 45 jours pour n'observer que la première génération. Des spécimens de toutes les bruches émergées ont été déterminés par DECELLE (Tervuren, Belgique).

Les élevages sont menés dans une salle aménagée (2,5 m sur 4 m), munie d'un humidificateur qui nébulise de l'eau dès que l'humidité relative (HR) descend en deçà de 50 %, d'un extracteur d'air pour ventiler la pièce aux heures chaudes, et d'une commande automatique régulant la photopériode (12 L et 12 D). Des appareils enregistrent en continu la température et l'humidité relative, maintenues à 25 °C (D) - 30 °C (L) et 80 à 90 % (D) - 50 à 70 % (L). La dite pièce servira pour tous les élevages et observations au laboratoire de *Caryedon serratus* sur ses diverses plantes hôtes.

Nous avons élevé *C. serratus* sur des gousses de chacune des plantes hôtes localement identifiées. Les lots d'adultes émergés des gousses sont désignés comme "souches" spécifiées de l'hôte d'origine, et leur biologie étudiée au laboratoire. Les travaux de A. NDIAYE (1981), ROBERT (1984) ont déjà signalé l'influence de la provenance d'un hôte donné sur la biologie de cette espèce.

Nous avons estimé divers paramètres, pour les souches de *C. serratus* obtenues en effectif suffisant :

- **la fécondité**, c'est-à-dire le nombre d'oeufs pondus sur des graines de légumineuses au cours de la vie de l'insecte;
- **la production ovarienne**, (nombre d'oeufs pondus + nombre d'ovocytes mûrs en rétention dans les oviductes latéraux à la mort de l'insecte);
- **le préférendum de ponte**, c'est-à-dire la répartition de la ponte des femelles mises en

situation de choix entre graines de diverses légumineuses hôtes;

- et la durée du cycle de développement oeuf-adulte, (nombre de jours entre la ponte et l'émergence de l'imago).

Ces paramètres ont été observés sur des graines de légumineuses hôtes potentielles, à cause des difficultés pratiques d'obtenir des lots homogènes de gousses entières et non attaquées pour les séries de tests menées simultanément.

Des couples de *C. serratus* âgés de 24 h. sont prélevés dans les différentes souches et mis en élevage chacun dans une boîte de Pétri ($\phi = 90$ mm, $h = 18$ mm) à couvercle grillagé, en présence:

a)- de graines (10 à 15) de chacune des plantes hôtes, en l'absence de tout choix, pour tester les potentialités de ponte;

b)- de plusieurs graines des légumineuses hôtes, dont le nombre est choisi selon leur taille, afin que les surfaces de ponte offertes soient sensiblement égales: 10 graines de *Tamarindus indica* et d'arachide chacune, et 15 graines de *Bauhinia rufescens* et de *Cassia sieberiana* chacune. Les graines sont étalées au mieux sur toute la surface de la boîte sans autre disposition particulière.

Les couples de bruches ont à leur disposition un tampon de coton imbibé d'eau. Les oeufs pondus sont dénombrés et les graines renouvelées chaque jour. Les femelles sont disséquées à leur mort et le nombre d'ovocytes en rétention est noté.

2). RECENSEMENT DES PLANTES HOTES

2.1).. Résultats (voir Tab. 1)

Parmi les légumineuses sauvages présentes sur le site étudié, nous n'avons noté des émergences de *C. serratus* que des gousses de *Caesalpinia* : *Tamarindus indica* L., *Bauhinia rufescens* LAM., *Cassia sieberiana* DC., *Piliostigma (Bauhinia) reticulatum* DC. et *Bauhinia monandra* (KURZ). Toutes ces espèces végétales sont spontanées dans les savanes locales, autour et dans les zones de cultures, sauf *Bauhinia monandra* plante ornementale, sans doute introduite (Fig. 2).

Tableau 1: Coléoptères Bruchidae émergés de gousses de légumineuses hôtes dans le site d'étude à Thiès (détermination J. DECELLE, 1988).

Coléoptères, Bruchidae (espèces)	légumineuses hôtes	Famille dans Leguminosae caractéristiques, localisation
Caryedon serratus (OL.)	Arachis hypogea L.	Papilionaceae (Fabaceae) cultivée, herbe annuelle
	Cassia sieberiana DC.	Caesalpinaceae arbre (10 m), Savane
	Tamarindus indica L.	Caesalpinaceae arbre (15 à 20 m), Savane
	Bauhinia rufescens LAM.	Caesalpinaceae arbuste (3 à 5 m), Savane
	Bauhinia monandra (KURZ)	Caesalpinaceae arbuste (3 à 5 m), ornemental
	Piliostigma reticulatum DC.	Caesalpinaceae arbre (4 à 5 m), Savane
Caryedon pallidus (OL.)	Cassia occidentalis L.	Caesalpinaceae, subligneux (1-2 m)
	Cassia tora L.	Caesalpinaceae, subligneux (1-3 m)
Bruchidius uberatus (Fahraeus)	Acacia nilotica L. var. adansoni	Mimosaceae arbre (7 à 10 m), Savane
Bruchidius lineatopygus (PIC)	Indigifera sp.	Papilionaceae subligneux annuel, herbacée
Bruchidius aurotopubens Bruchidius pygidiopictus	Acacia albida DEL.	Mimosaceae arbre (7 à 17 m)

Seule l'arachide cultivée, infestée par cette bruche, appartient aux *Papilioniaceae*. Sur des gousses d'autres légumineuses spontanées, des émergences d'autres bruches en particulier du genre *Bruchidius* sont observées, mais seul un *Caryedon*, *C. pallidus* se développe sur gousses de *Cassia occidentalis* et de *Cassia tora* (Tab. 1).

2.2). Discussion

La signalisation de *C. serratus* au Sénégal sur arachide est très ancienne. Les types décrits par OLIVIER en 1790 provenaient de récoltes de GEOFFROY DE VILLENEUVE au Sénégal en 1762 (*in* DECELLE, 1966). SAGOT & BOUFIL (1936) observèrent des gousses de *T. indica* bruchées en plein champ et un développement de *C. serratus* sur ces gousses au laboratoire. APPERT (1954) avançait que "*C. serratus* semble être à l'origine un parasite de la zone soudano-sahélienne de certaines légumineuses et en particulier des *Caesalpiniciacées*. Et après l'introduction de l'arachide en Afrique, elle s'est adaptée par allotropie à cette culture à une époque qu'il n'est pas possible de préciser". Au Sénégal, les recensements n'ont été poursuivis outre mesure.

PREVETT (1965, 1966 a et b, 1967 b) décrit dans des zones écologiques voisines des nôtres, au nord du Nigéria cinq espèces du genre *Caryedon*, dont *C. serratus*. Il signale cette dernière espèce sur les mêmes plantes hôtes que nous avons observées, mais également sur *Piliostigma thonningii* (qu'on trouve au sud du Sénégal) et *Cassia arereh* DEL..

CONWAY (1975) a étudié en Gambie plusieurs plantes hôtes potentielles au voisinage des champs d'arachides, *T. indica*, *P. thonningii*, *P. reticulatum* et *C. sieberiana*; il considère *P. thonningii* comme l'hôte primaire le plus important en Gambie (zone soudanienne à soudano-guinéenne). Il a envisagé leur rôle dans la contamination des arachides au champ, et signalé la présence d'une pré-infestation au champ en relation avec ces hôtes sauvages.

L'abondance des plantes hôtes de *C. serratus* dans les savanes cultivées au Sénégal, où, malgré les défriches, un grand nombre de ces hôtes sont préservés dans les champs et autour des habitations, et l'importance des cultures et des stocks d'arachide, laisse supposer une complexité des relations de la bruche dans le réseau hôtes sauvages - champ - stocks.

Tableau 2: Fécondité et production ovarienne de femelles de *C. serratus* (en présence de mâles), selon la souche et la nature des graines mises en place. Les moyennes sont données avec leurs écarts-type (entre parenthèse).

Souche	substrat de ponte (graines)	effectifs	Fécondité (ponte)			Production ovarienne		
			moyenne (écart-type)	F (pro-ba.)	F (pro-ba.)	moyenne (écart-type)	F (pro-ba.)	F (pro-ba.)
"Tamarindus indica"	T. indica	14	37.50 (27.25)			42.80 (24.13)		
	A. hypogea	13	26.31 (16.30)	2.64 (0.08)		33.10 (17.91)	1.36 (0.27)	
	C. sieberiana	13	17.08 (21.38)	N.S.	1.32	29.62 (19.38)	N.S.	0.61
"Cassia sieberiana"	T. indica	6	42.33 (29.59)		(0.27)	43.50 (28.53)		(0.70)
	A. hypogea	4	28.25 (19.54)	0.46 (0.64)	N.S.	34.75 (14.25)	0.12 (0.89)	N.S.
	C. sieberiana	7	28.71 (25.28)	N.S.		34.43 (27.66)	N.S.	

3). POTENTIALITES DE PONTE DE *CARYEDON SERRATUS* EN L'ABSENCE DE CHOIX

3.1). Résultats (voir Tab. 2)

La fécondité moyenne par femelle de la souche "*T. indica*" est plus élevée en présence de graines de *T. indica* (38); elle décroît sur arachide (26) et, est plus faible sur *C. sieberiana* (17). Mais le nombre d'ovocytes en rétention après l'arrêt des pontes s'accroît en sens inverse (5.3 - 6.8 - 12.5). Les pontes ont débuté le 2^{ème} jour et se sont poursuivies jusqu'au 10^{ème} - 12^{ème} jour en général (maxima entre le 2^{ème} et 6^{ème}); la durée moyenne de ponte varie de 7 à 10 jours.

Pour la souche "*C. sieberiana*", la fécondité moyenne par femelle est nettement plus élevée sur graines de tamariniers (42 oeufs). Et elle est sensiblement la même sur graines d'arachide et de *C. sieberiana* (28). Les rétentions d'ovocytes faibles en présence de *T. indica* (1.17), augmentent en présence d'arachide (6.5), et sont plus élevées avec *C. sieberiana* (10.7). La période de ponte varient de 2 à 14 jours (moyenne de 4.9 à 6.8), les pontes maximales se situant entre les 2^{ème} et 4^{ème} jours.

Cependant, les tests F de Fisher-Snedecor (Tab. 2) ne révèlent aucune différence significative de fécondité et de production ovarienne, entre femelles de même souche selon divers substrats de ponte, ou entre souches selon les substrats de ponte mis en présence, la variabilité à l'intérieur des séries étant très élevée comme le montre les écarts-type des séries observées (Tab. 2).

Les couples mis en présence de leur substrat de ponte 24 h après l'émergence, subissent l'influence de la nature de l'hôte sur leur ovogenèse et leur comportement de ponte. La présence de graines de *T. indica* semble, quelle que soit la souche, provoquer une activité ovogénétique plus importante, des pontes plus élevées et moins de rétention. Mais la variabilité du phénomène est importante, et la faible taille des échantillons dont nous disposons ne permet pas d'avancer des conclusions définitives.

3.2). Discussion

L'ovogenèse et la ponte chez *Caryedon serratus* ne semblent pas étroitement dépendantes des stimuli issus de la plante hôte (A. NDIAYE, 1981; ROBERT, 1984; DELOBEL, 1989), contrairement à *Zabrotes subfasciatus* (PIMBERT, 1983; PIERRE & PIMBERT, 1981), ou *Acanthoscelides obtectus* (LABEYRIE, 1969, 1977, 1978,... entre autres; HUIGNARD, 1976;

1979; POUZAT, 1977; BIEMONT, 1979). Les femelles de *C. serratus* semblent avoir peu d'exigence quant au substrat de ponte, car en l'absence de gousses, elles collent leurs oeufs au fond et dans les coins des boîtes d'élevage (ANCELA DA FONSECA, 1964; ROBERT, 1984). Nous avons pu, nous-même, observer ce phénomène. Lorsque les femelles disposent de gousses, les avis divergent selon les auteurs : pour ANCELA DA FONSECA (1964) la totalité de la ponte est effectuée sur les gousses alors que ROBERT (1984) note de 24 % à 71 % d'oeufs pondus et déposés au fond des boîtes d'élevage (selon les souches et les substrats de ponte), en présence de gousses.

Les fécondités obtenues dans ce type d'expérience (femelles accouplées en présence de gousses ou graines, et sans alimentation) sont très différentes selon le type de souche utilisé et les conditions expérimentales; APPERT (1954) note une fécondité moyenne de 19.4 (\pm 8.2) oeufs par femelle (à 28 °C et 70 % HR), elle devient nulle après 12 jours. ANCELA DA FONSECA (1964) observe une fécondité moyenne de 106 oeufs (52 - 142) à 27.5 °C et 75 % HR., pour une durée moyenne de ponte de 8.9 jours.

Selon A. NDIAYE (1981), la ponte moyenne par femelle est de 70 oeufs, pour une durée d'oviposition moyenne de 14 jours. ROBERT (1985) relève des fécondités moyennes de 135 à 148 oeufs en présence de gousses d'arachide, et de 211 à 253 oeufs avec *Bauhinia rufescens*. DELOBEL (1989) note une moyenne 78.9 oeufs (\pm 34.6), pour une longévité de 14.9 \pm 3.3 (à 30 °C).

Seuls PAJNI & MANN (1979), ayant étudié une souche en provenance de *T. indica* à 30 °C et 70 % HR, ont observé une fécondité par femelle de 30 à 75 (moyenne de 42), et une durée de ponte de 6-10 jours, voisines de nos observations.

Nous avons observé une fécondité globalement plus élevée en présence de graines de *T. indica*, que la souche soit de *T. indica* ou de *C. sieberiana*. Rappelons toutefois que le test F ne relève pas de différence significative entre les différentes situations. Contrairement à ROBERT (1982), pour qui "*Pods of the original host plant always received the greater number of eggs; ... the population of sahelian region (Niger) can meet with the two species (B. rufescens and A. hypogaea),... females deposit their eggs on the two type of pods. However, the stimulating effect of B. rufescens pods is always much greater. But for population from equatorial zone (Congo), fecundities were more important in presence of A. hypogaea (m = 267.7 \pm 28.9) than in presence of B. rufescens (m = 194.5 \pm 19.2); ... In Congo where B. rufescens is absent, populations have probably adapted themselves to A. hypogaea over several generation and have thus become more dependant on that plant for their reproduction*". MATOKOT *et al.* (1987) pense que la bruche de

Tableau 3: Distribution des pontes de *C. serratus* de la souche "*C. sieberiana*" (femelle n° 1 à 11), et de la souche "*T. indica*" (femelle n° 12 à 23), en présence de graines d'arachide, de *T. indica*, *B. rufescens* et de *C. sieberiana*.

Femelle n°	nombre d'oeufs pondus sur graines de				longévité en élevage (en jours)
	<i>T. indica</i>	<i>A. hypogea</i>	<i>C. sieberiana</i>	<i>B. rufescens</i>	
1	52	7	0	0	11
2	48	67	0	0	11
3	73	38	0	0	11
4	22	65	0	0	9
5	97	23	0	0	12
6	39	23	0	0	12
7	33	12	0	0	10
8 (*)	7	0	0	0	8
9	18	0	0	0	9
10	20	11	0	0	8
11	18	11	0	0	7
12	3	10	0	0	9
13	15	13	0	0	11
14	37	25	0	0	9
15	15	15	0	0	10
16	36	92	0	0	9
17	35	11	0	0	11
18	71	2	0	0	10
19	61	26	0	0	12
20 (*)	3	0	0	0	11
21	10	0	0	0	6
22	19	0	0	0	10
23	20	21	0	0	4

Les valeurs en gras indiquent une préférence significative de ponte (voir texte pour plus de détail);

(*) : ponte trop faible, différences non testées.

l'arachide a été importée au Congo avec des semences originaires d'Afrique de l'Ouest, bien qu'elle possède au Congo un hôte sauvage, *Piliostigma thonningii*, dont les gousses hébergent ses larves ainsi que celles d'une espèce voisine, *Caryedon congense*.

Malgré la comparaison à des études faites à des conditions expérimentales très voisines des nôtres (27.5 à 30 °C; 50 à 75 % HR; femelles en présence de mâles, et disposant d'eau), les résultats sont assez divergents, et indiqueraient l'importance du facteur "souche".

4). TESTS DE PREFERENCE DE PONTE

Rappelons que des femelles de 24 h ont été mises en élevage dans des boîtes de Pétri grillagées, en présence de graines (50 au total) de *T. indica*, *A. hypogea*, *C. sieberiana* et *B. rufescens*, et que les oeufs pondus sont dénombrés et les graines renouvelées chaque jour. Les résultats sont présentés dans le tableau 3.

4.1).. Souche "*Cassia sieberiana*" (Tab. 3, femelles 1 à 11)

Le total des oeufs déposés par l'ensemble des femelles est très élevé durant la première semaine de ponte (90 % des oeufs totaux).

Sur une ponte totale de 684 oeufs, 427 (soit 62 %) sont déposés sur les graines de tamarinier, contre 257 (38 %) sur les graines d'arachide, aucune ponte n'a été relevée sur les graines de *C. sieberiana* et *B. rufescens*. Pour analyser ces résultats, nous avons procédé à un test de répartition (χ^2), uniquement entre les graines de tamarinier et celles d'arachide. Lorsque la différence est significative, le nombre d'oeufs déposés sur l'hôte préféré apparaît en gras dans le tableau 3.

Sur les 10 femelles testées, une seule a manifesté une préférence pour l'arachide, en y déposant 75 % de sa ponte; 6 femelles ont pondu préférentiellement sur les graines de tamarinier, et les trois dernières n'ont pas montré de préférence marquée.

4.2).. Souche "*Tamarindus indica*" (Tab. 3, femelles 12 à 23)

Les 12 femelles étudiées ont pondu 540 oeufs (dont 97 % au cours de la première semaine), répartis à 60 % sur les graines de tamarinier, et à 40 % sur celles d'arachides. On note également pour cette souche l'absence totale de ponte sur les graines de *C. sieberiana* et *B. rufescens*.

Deux femelles ont pondu en majorité sur l'arachide, 5 femelles ont préféré les graines de

T. indica, et les quatre dernières testées n'ont pas montré de préférence de ponte.

4.3).. Discussion

Malgré un échantillonnage restreint, les résultats sont assez cohérents. On n'observe jamais de ponte sur les graines de *B. rufescens* et de *C. sieberiana* lorsque des graines de *T. indica* et d'arachide sont disponibles. Cependant, dans la nature où les attaques de termites libèrent un nombre important de graines intactes sous la canopée de *B. rufescens*, nous avons relevé la présence d'oeufs de *C. serratus* sur les graines de cette légumineuse.

L'origine des femelles ne semble pas avoir beaucoup d'importance; pour l'ensemble des deux séries on peut dégager trois groupes de femelles:

- la moitié environ des femelles (6/10 et 5/11) pondent préférentiellement sur les graines de *T. indica*;
- un tiers (3/10 et 4/11) ne montre pas de préférence de ponte;
- une minorité (1/10 et 2/11) préfère les graines d'arachide.

Nos observations s'opposent donc à celles de ROBERT (1984), pour qui, lorsque les femelles d'une souche disposent de gousses de leurs plantes hôtes d'origine, elles pondent globalement la majorité de leurs oeufs dessus. Mais ses essais ont été menés avec des gousses, et il a travaillé avec des souches de *Caryedon serratus* provenant d'arachide (du Niger et du Congo), et de *Bauhinia rufescens* (Niger). (Il n'avait pas pu effectuer de tests en présence de gousses de *T. indica*).

BELINSKY & KUGLER (1978) relève des observations voisines des nôtres, "*when given the choice (fruits of Prosopis farcta and A. hypogaea), Caryedon palaestanicus oviposits only on P. farcta, although it can develop on groundnuts; ... We found no difference in host preference whether the beetles were bred one generation previously on P. farcta or on groundnut. In all cases eggs were laid only on P. farcta*".

Ces auteurs font état d'observations de SOUTHGATE (com. pers.) selon lesquelles, "*adults of Careydon serratus (from West Africa on A. hypogea), given the choice of laying eggs on P. farcta or on groudnuts (Isreali variety Virginia), oviposited on both, and far more individuals developed to adulthood on groundnuts than on P. farcta*".

Nos résultats ne font donc qu'apporter un nouveau cas de figure au problème des

Tableau 4: Durée de développement (oeuf-adulte) de *C. serratus* , selon la souche et la nature du substrat de développement post-embryonnaire.

σ_n = écart-type de la série.

(tests avec effectifs corrigés par tirages aléatoires).

Souche	substrat de développement post-embryonn.	durée développement oeuf-adulte (jours) selon sexe		effectif total (tout sexe)	durée développement oeufs-adulte (jours) (effectifs corrigés) tous sexes		F global
		mâles $\bar{x} (\pm \sigma)$	femelle $\bar{x} (\pm \sigma)$		$\bar{x} (\pm \sigma)$	F	
"Tamarindus indica"	T. indica	44.86 (3.18) [55]	45.23 (3.64) [133]	188	46.09 (3.51) [32]	19.67	9.93
	A. hypogea	* [2]	51.67 (6.48) [30]	32	52.03 (6.71) [32]	S P < 0.001	
	C. sieberiana	* [0]	* [3]	3	* [3]		
"Cassia sieberiana"	T. indica	49.44 (2.90) [16]	48.54 (2.32) [48]	64	49.22 (2.23) [32]		P < 0.001
	A. hypogea	* [1]	52.67 (2.12) [9]	10	52.70 (2.00) [10]	8.96 S	
	C. sieberiana	47.64 (3.35) [11]	49.60 (2.72) [15]	26	48.77 (3.10) [26]	P < 0.01	

[...] : les valeurs entre crochets représentent les effectifs par séries.

* : effectif trop faible pour déterminer la moyenne et l'écart-type.

préférences de ponte chez *C. serratus* élevé sur différentes plantes hôtes. Au Sénégal, l'hôte préféré en situation de choix serait *T. indica* d'après nos observations; chez *Caryedon palaesticus*, c'est *Prosopis farcta* qui est préféré exclusivement d'après BELINSKY & KUGLER (1978). Sur des souches récoltées du Niger (de *B. rufescens* et d'*A. hypogea*) par ROBERT (1984), les préférences de ponte dépendent des caractéristiques de la zone de récolte des souches (présence ou non de cultures d'arachide et d'hôte(s) sauvage(s)). Il est donc difficile, pour l'instant, de donner une interprétation cohérente de l'ensemble de ces résultats.

5). DUREE DE DEVELOPPEMENT (OEUF-ADULTE)

5.1).. Résultats

Il n'y a pas de différence significative dans la durée de développement (notée DD) entre les mâles et les femelles (Tabl. 4), quel que soit le type de souche et la nature du substrat de développement (d'après le test F -Fisher Snedecor-, de comparaison multiples des moyennes sur des échantillons ramenés à des effectifs voisins par tirages aléatoires dans les différentes séries).

Il découle de la comparaison des durées de développement par le test F (effectué sur des effectifs corrigés), que:

- la souche "*T. indica*" sur graines de tamarinier a une durée de développement (46.09) se différenciant nettement ($P < 0.01$) de celle sur graine d'arachide (52.03);
- la souche "*C. sieberiana*" sur graines de *C. sieberiana* et sur *T. indica* possède une DD intermédiaire (48.77);
- les souches d'origine *T. indica* ou de *C. sieberiana* ont par contre, une DD plus longue lorsqu'elles se développent dans des graines d'arachide ($\bar{x} \approx 52$ jours).

On remarquera les faibles variances autour des moyennes relevées, sauf dans le substrat arachide (graines ou gousses), pour lequel nous avons observé (résultats non publiés) un étalement des émergences, phénomène plus accentué à partir de la 2^{ème} génération, et que décrit également ROBERT (1984).

5.2).. Discussion

Nos résultats montrent l'importance du **substrat de développement**.

La durée de développement (oeufs-adulte) est toujours plus rapide si le substrat proposé correspond à l'espèce sur laquelle on a élevé la souche. Par contre, le développement est plus long sur l'arachide (52 à 53 jours), quelle que soit la provenance de la souche (*T. indica* et *C. sieberiana*).

Nos résultats sont à rapprocher de ceux de BELINSKY & KUGLER (1978) qui notent, à propos de *Caryedon palaestinus*, que "development was much slower on groundnuts (eggs-adult, $\bar{x} = 62$ jours), than on *Prosopis farcta* ($\bar{x} = 39$)."

Dans nos conditions d'études, *C. serratus* se développe plus rapidement dans les graines des plantes sauvages, en particulier *T. indica*.

L'échec des élevages sur *Bauhinia rufescens* (dû à des acariens du genre *Pyemotes* sp, détermination à confirmer) et les très faibles émergences des gousses de *Piliostigma reticulatum*, ne nous ont pas permis de comparer ces souches aux autres.

6). CONCLUSIONS

L'étude de la biologie, au laboratoire, sur divers substrats de développement (graines) ne fait pas apparaître de différences majeures selon l'origine de la souche:

- la fécondité moyenne en absence de choix, est sensiblement plus élevée en présence de graines de *T. indica* (cette différence n'étant toutefois pas significative), qu'avec les graines des autres hôtes (*A. hypogaea*, *C. sieberiana*, *B. rufescens*);

- les femelles mises en situation de choix devant des graines de *T. indica*, *C. sieberiana*, *B. rufescens* et *A. hypogaea*, ne recherchent pas systématiquement à pondre sur leur plante d'origine; la moitié des femelles environ préfèrent pondre sur *T. indica*, quelques unes préfèrent l'arachide, mais nous n'avons jamais relevé une seule ponte sur des graines de *B. rufescens* et de *C. sieberiana*.

- les durées de développement sont plus rapides sur *T. indica* que sur l'arachide.

L'ensemble de ces résultats semblent montrer une importance particulière de *T. indica* dans la biologie de *C. serratus* pour la zone d'étude considérée.

Chapitre IV

CYCLE DE *CARYEDON SERRATUS* SELON LA PHENOLOGIE DES HOTES

1). MATERIEL ET METHODES

A la suite de l'inventaire sur le site d'étude des légumineuses hôtes de *C. serratus*, nous en avons choisi un certain nombre, dans et autour des parcelles régulièrement cultivées en arachide, et au voisinage immédiat des locaux (hangar, laboratoire) de stockage des arachides (voir Fig. 2).

Nous avons étudié la phénologie de ces Caesalpiniciacées susceptibles de permettre le développement de *C. serratus*, en 1989-90 et 1990-91. Divers paramètres ont été relevés mensuellement : les repousses foliaires, la floraison, la formation des gousses, leurs stades de croissance et de maturation, et la persistance ou non des gousses mûres sur l'arbre.

Tous les mois, un échantillon de 20 à 50 gousses, mûres ou en maturation, a été prélevé sur chacun des arbres suivis : trois *Tamarindus indica* [notés Ti(1), Ti(2) et Ti(3)]; deux *Cassia sieberiana* [Cs(1) et Cs(2)], un *Bauhinia rufescens* [Br] et quatre *Bauhinia monandra* [Bm]. Leur localisation sur le site d'étude est indiquée sur la figure 2.

Les gousses sont ramenées au laboratoire et observées à la loupe binoculaire pour relever les oeufs pondus et leur stade d'incubation, le nombre de trous d'émergence des L₄ et d'adultes de bruches, et d'autres cléthrophages. Chaque lot de gousses est ensuite conservé un mois et demi au laboratoire pour le dénombrement des émergences de 1^{ère} génération des bruches, des hyménoptères parasites et autres ravageurs.

De plus, en 1990-91, l'effectif total de gousses sur chaque arbre a été dénombré à chaque prélèvement mensuel.

Les fluctuations de la taille des échantillons sont liées à l'abondance relative des gousses persistantes par arbre et par période; nous avons évité un prélèvement trop important des gousses, de façon à ne pas trop modifier la dynamique des populations de *C. serratus* dans le site étudié.

Notre souci a davantage été d'apprécier la présence ou l'absence de ponte (signe d'activité) et d'obtenir des émergences d'adultes des gousses ramenées au laboratoire (estimateurs de la dynamique des populations), à chacune des périodes de l'année pour chaque arbre. Le principal descripteur utilisé concerne les gousses, stade phénologique crucial de *C. serratus* dans la nature.

Les résultats de chacune des campagnes sont présentés séparément. Nous avons procédé à des aménagements méthodologiques à partir des enseignements de la première année; et d'une année à l'autre, de légères variations pluviométriques et phénologiques ont sans doute influencé le cycle de la bruche.

Deux parcelles d'arachide ont été conduites en 1989 en respectant les itinéraires techniques traditionnels pratiqués au Sénégal, et ont été reconduites l'année suivante (1990) sur le même emplacement pour préciser certaines observations antérieures.

La phénologie des plantes hôtes sauvages est étudiée en relation avec le cycle cultural de l'arachide, mais l'étude détaillée des observations dans ces parcelles sera présentée au chapitre suivant. Rappelons que dans les pratiques locales, les cultivateurs déterrent généralement leurs arachides juste après la fin des pluies (mi-octobre à mi-novembre) pour éviter les risques de pourritures dues aux champignons; ils disposent ensuite les plantes en petits tas dits "andains" pour permettre un meilleur séchage des gousses, et attendent généralement que la période des brumes matinales soit terminée, ou atténuée, pour constituer des meules regroupant plusieurs andains.

Les arachides peuvent ainsi être exposées un à deux mois au champ avant le battage de la récolte, l'égoissage et le stockage (en plein air dans les "seccos" ou sous forme de petits stocks constitués par les paysans).

Notre propos, dans ce chapitre, est de répondre à la question: **le cycle complet de *C. serratus* est-il possible sur des légumineuses sauvages ?** Nous envisagerons, dans le chapitre suivant, les relations possibles avec les attaques en plein champ de l'arachide.

Légende :

 = Repousses végétatives.
 = Floraison.

Gousses :

 - vertes en croissance
 - en maturation
 - mûres et persistantes (de l'année)
 - mûres et persistantes (de l'année précédente)
 - mûres tombées au sol (de l'année précédente).

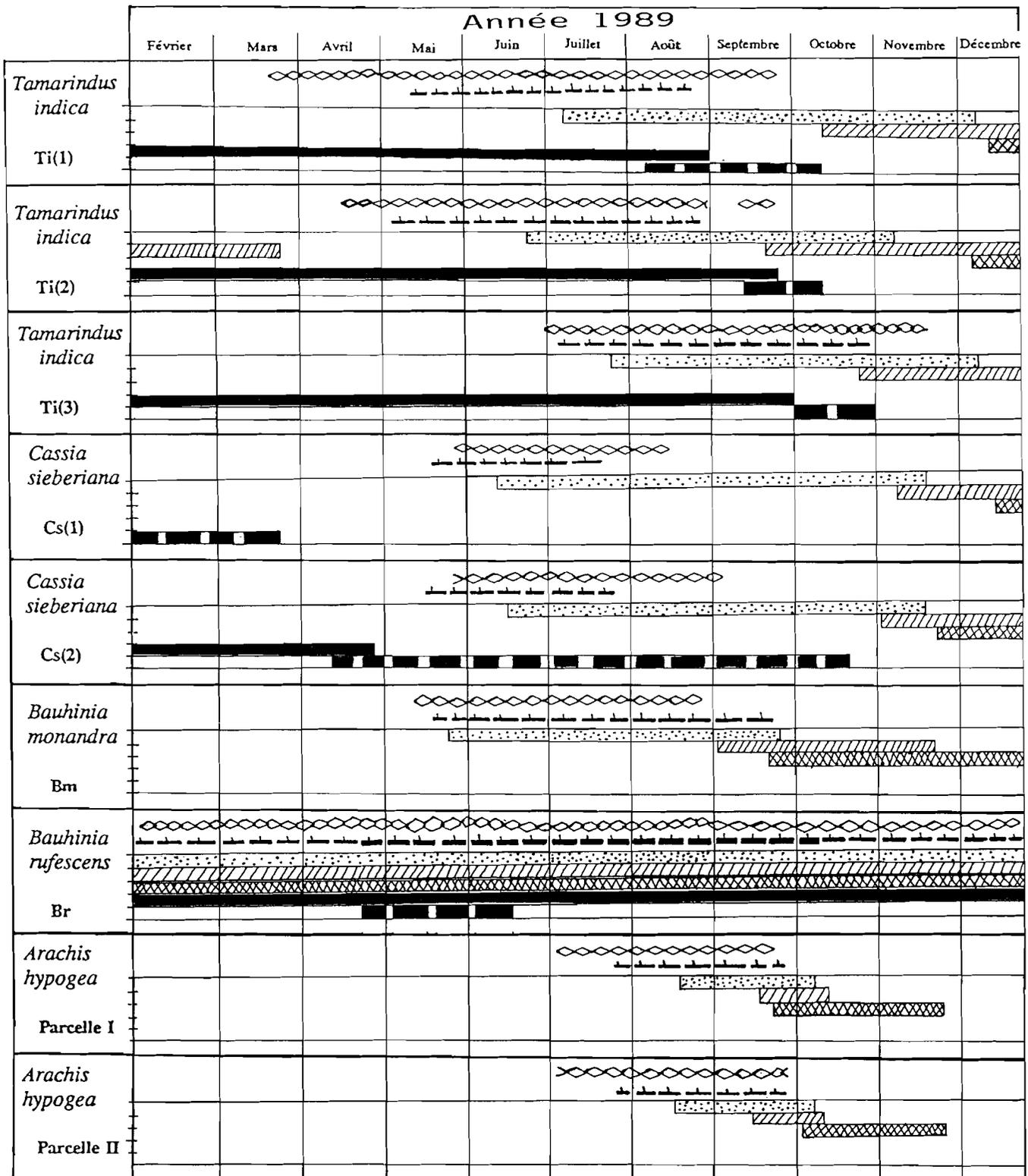


Fig. 3: Variations phénologiques en 1989 des arbres de *Caesalpiniaceae* hôtes de *Caryedon serratus* dans le site d'étude (INDR Thiès, Sénégal); (voir Fig. 2 pour la localisation des arbres et des parcelles d'arachide).

2). RESULTATS (CAMPAGNE 1989-1990)

2.1).. Phénologie des légumineuses hôtes

Les suivis phénologiques des légumineuses hôtes (de février à décembre 1989), indique une variation inter et intraspécifique importante (Fig. 3).

Au cours de la saison sèche (de décembre à mai), on note la persistance des gousses sur les arbres hôtes de *C. serratus*, mais avec une décroissance progressive des effectifs. Dès les premières pluies à la mi-juin, le ramollissement des gousses entraîne leur chute au sol jusqu'à la fin des pluies début octobre. A cette période, toutes les gousses qui persistaient sur les arbres sont tombées au sol, sauf sur *B. rufescens* dont les pédoncules très coriaces maintiennent plusieurs générations de gousses accrochées sur l'arbuste.

Les repousses foliaires et la floraison semblent être liées à la pluviosité estivale (juin à octobre) et/ou aux signes précurseurs de celle-ci, comme la montée progressive, à partir de la fin avril, du "front intertropical" (FIT) du Golfe de Guinée au Sud vers le Nord, responsable de l'augmentation de l'humidité relative de l'air, et des pluies de moussons.

Les tamariniers ont généralement une précocité de floraison plus marquée : bourgeonnement et floraison dès le début de mai. Puis *C. sieberiana* et *B. monandra* suivent ensuite dès la mi-mai, quasiment un mois avant les premières pluies. Les bourgeons floraux et la floraison précèdent les repousses foliaires (végétatives) chez *C. sieberiana*; chez *T. indica* et *B. monandra*, les deux phénomènes sont concomitants, ou les repousses foliaires précèdent la floraison.

Chez *B. rufescens*, la floraison se poursuit sans interruption toute l'année.

La floraison et les repousses foliaires sont globalement plus importantes en pleine saison des pluies (mi-juillet à fin août) pour l'ensemble de Caesalpiniacées.

La phénologie de l'arachide, plus groupée, s'effectue en trois mois, en saison des pluies, pour les variétés cultivées dans la zone d'étude. Leur maturation, puis leur récolte au début octobre ne coïncide pas avec la présence de gousses mûres sur les plantes hôtes les plus proches des parcelles. La maturation des gousses des Caesalpiniacées sauvages est en général beaucoup plus longue que celles des arachides, de sorte que le schéma chronologique observé

Tableau 5: Infestation des gousses mûres récoltées sur différentes légumineuses sauvages sur le site de Thiès (campagne 1989-90).

Espèce	numéro de l'arbre	date de récolte	nbre de gousses récoltées	% d'attaque	moyenne d'oeuf/gousse	nb. émergence / gousse (*)
Tamarindus indica	Ti(1)	11.03.89	20	20.0	0.40	0.10
		11.04.89	15	20.0	0.27	0.13
	Ti(2)	11.04.89	14	36.0	2.07	0.21
		11.10.89	32	3.1	0.03	0.0
		07.11.89	32	15.6	0.34	0.0
	Ti(3)	23.10.89	32	9.4	0.13	0.0
Cassia sieberiana	Cs(1)	08.06.89	50	26.0	0.38	0.28
	Cs(2)	25.02.89	45	13.3	0.22	0.18
		20.04.89	37	20.0	0.20	0.05
		19.07.89	22	36.4	0.09	0.77
Bauhinia rufescens	Br	14.03.89	38	73.0	1.54	0.16
		14.04.89	54	87.0	1.70	0.15
		18.07.89	54	45.0	0.57	0.11
		11.10.89	32	31.3	0.47	0.06
		23.10.89	32	31.3	0.38	0.0
		07.11.89	32	59.4	1.78	0.0

(*): calculé selon le nombre bruches émergées au laboratoire, les 45 jours suivant la récolte.

en 1989, a fait coïncider des arachides déterrées et exposées en séchage au champ, avec des gousses en cours de maturation sur les *T. indica* dans ou au voisinage des parcelles. Seules quelques petites gousses à 1 ou 2 graines de tamarinier étaient complètement mûres et sont tombées sous la canopée (5 à 15 par arbre environ).

2.2).. Infestation par *C. serratus*

Au cours de la saison sèche (de février à mai), on note la présence quasi constante de ponte de *C. serratus* sur les gousses des Caesalpiniacées sauvages. On obtient au laboratoire des émergences à partir des lots récoltés pendant cette période (Tab. 5). La majorité des bruches semble se maintenir sur les tamariniers et sur *B. rufescens*, aux gousses mûres plus abondantes et plus persistantes.

Nous avons disposé des gousses de *C. sieberiana* sous la canopée du tamarinier Ti(2), entre avril et juillet 1989, période à laquelle il ne persistait quasiment plus de gousse mûres; nous espérons montrer ainsi la présence de bruches, indiquée par des pontes déposées sur ces gousses.

Nous avons effectivement pu observer une ponte importante (de 1 à 68 oeufs par gousse, après 2 jours d'exposition en avril et mai, Tab. 6). L'activité au sol de *C. serratus* n'est donc pas à négliger et semble particulièrement importante sous les arbres de *B. rufescens* où de nombreuses gousses et graines tapissent le sol d'avril à mai, et où nous avons noté que 60 à 75 % des graines libérées portent des pontes de *C. serratus*.

A partir de la mi-juin et durant toute la saison des pluies, l'effectif de gousses mûres disponibles va progressivement diminuer sur les hôtes sauvages. Les seules émergences observées au laboratoire (Tab. 5) proviennent de *B. rufescens* et des dernières gousses restantes de *C. sieberiana*. La très faible persistance de gousses de *T. indica*, nous avait fait douter de la présence de *C. serratus* sur ces arbres. Cependant, nous avons relevé des pontes sur des gousses de *C. sieberiana* disposées sous la canopée du tamarinier Ti(2) durant les mois de juin et de juillet (Tab. 6), après 2 à 5 jours d'exposition (1 à 24 oeufs par gousse). Il semble donc que ces arbres puissent servir de refuges aux adultes, même en période d'absence de gousses dans la canopée.

3). RESULTATS (CAMPAGNE 1990-91).

3.1).. Phénologie des légumineuses hôtes

Le suivi phénologique a porté sur une année complète d'avril 1990 à mai 1991. La pluviosité de 1990 a été légèrement déficitaire de 144 mm par rapport à l'année précédente, et les pluies n'ont débuté qu'à la mi-juillet, un mois plus tard qu'en 1989 (cf Tab. III en annexe I, page 89).

Les résultats des observations phénologiques sont présentés dans la figure 4.

Sur *B. rufescens*, la floraison, la croissance et la maturation des gousses, les repousses foliaires se poursuivent sans interruption saisonnière. Mais en saison des pluies, les phénomènes s'intensifient. La persistance de plusieurs générations de gousses sur l'arbuste est très importante, quasiment toute l'année. De mai à octobre, un nombre important de gousses mûres tombent au sol sous la canopée de l'arbre.

Toutes les autres Caesalpiniciées présentent, par contre, une saisonnalité plus marquée dans les phénologies observées. A la fin de la saison sèche (avril à juin), quelques gousses en nombre variable selon les arbres, subsistent encore sur les *T. indica*. Quelques gousses tombent au sol, et certaines sont, soit partiellement consommées par les termites qui libèrent les graines, soit totalement consommées par le bétail qui les recherchent particulièrement en cette saison.

Les gousses de *C. sieberiana* sont toutes tombées au sol à cette époque. Les arbres régulièrement suivis sont, l'un [Cs(1)] paturé par moment par des brebis et leur sert d'abri aux heures chaudes, l'autre, [Cs(2)], non paturé, mais dont la défriche de fin juin a brûlé le sol sous la canopée, diminuant considérablement le stock de gousses mûres résiduelles.

B. monandra ne maintient aucune gousse persistante sur l'arbre. C'est la seule espèce introduite et ornementale, dont les gousses déhiscentes éclatent toutes à maturité fin novembre et début décembre.

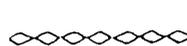
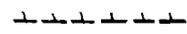
La formation des bourgeons floraux et la floraison ont été très précoces (dès avril) sur *C. sieberiana*, soit un mois avant les repousses végétatives et trois mois et demi avant les premières pluies de l'année. Les tamariniers entament les repousses végétatives en avril, puis

Tableau 6 : Pontes de *C. serratus* sur des gousses de *C. sieberiana*, disposées sous la canopée du tamarinier Ti(2), entre avril et juillet 1989 (*).

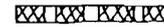
Période de disposition des gousses s/arbre	nombre de gousses	gousse n°	nombre d'oeufs déposés	observations
20/04 au 22/04	4	1	1	abondance de litière sous la canopée de l'arbre.
		2	4	
		3	6	
		4	10	
22/04 au 26/04	2	1	11	
		2	28	
27/04 au 4/05	3	1	11	
		2	68	
5/05 au 12/05	2	1	25	
		2	39	
8/05 au 11/06	3	1	7	1 gousse du Tamarinre au sol: 5 oeufs éclos, 1 frais
		2	6	
		3	24	
12/06 au 24/06	3	1	3	1ère pluie le 13/06
		2	1	
		3	4	
25/06 au 11/07	3	1	0	capture d'un adulte de C.s. (observé abrité dans la gousse n°1)
		2	3	
		3	1	

(*): Au delà de la mi-juillet, les gousses disposées sous la canopée du tamarinier pourrissent très rapidement à cause des fortes pluies et de la température ambiante élevée. Cela n'a pas permis la poursuite du test durant l'hivernage.

Légende :

 = Repousses
végétatives
 Floraison

Gousses :

 - vertes en croissance
 - en maturation
 - mûres et persistantes (de l'année)
 - mûres et tombées au sol (de l'année)
 - mûres et persistantes (de l'année précédente)
 - mûres tombées au sol (de l'année précédente)

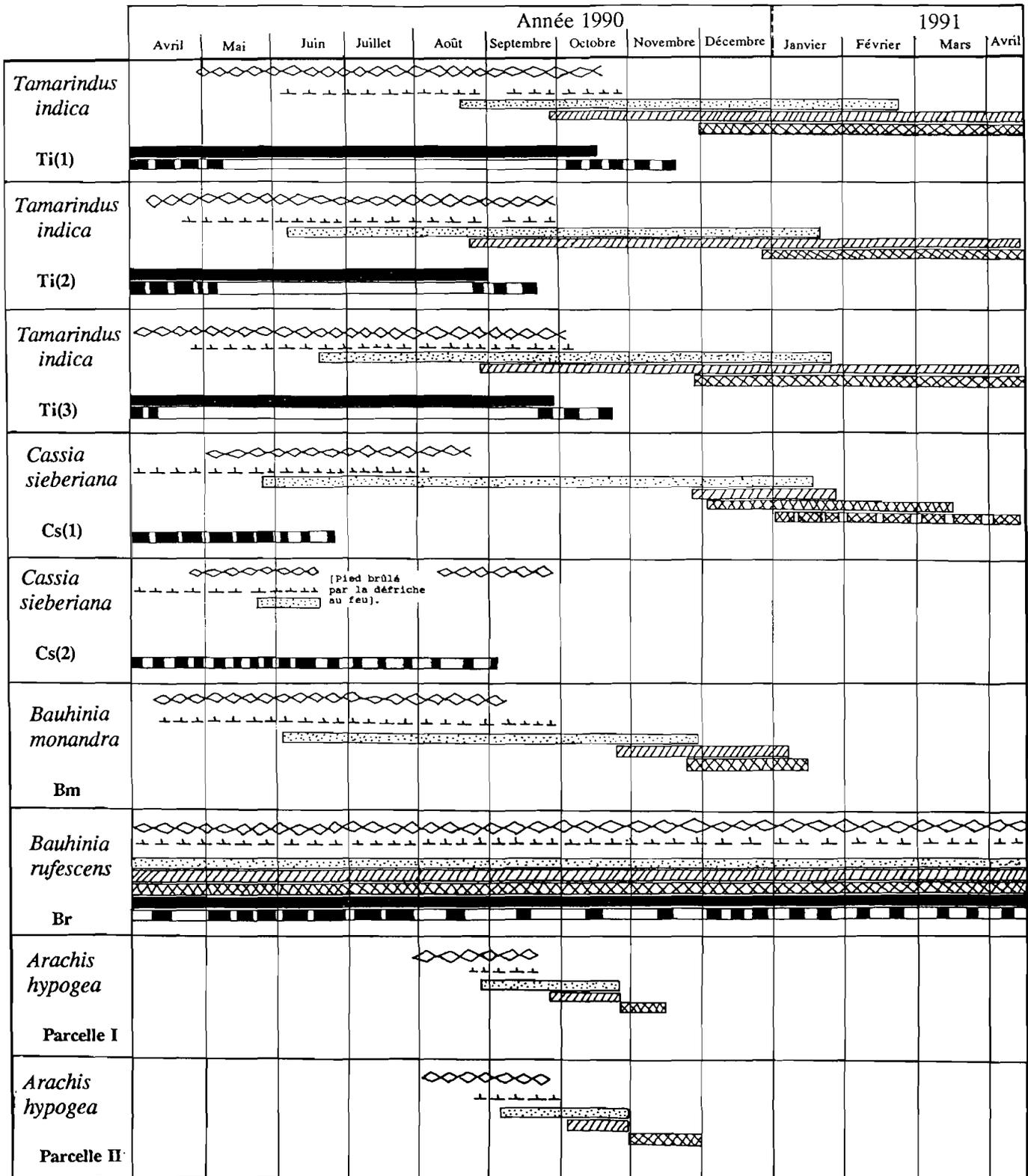


Fig. 4: Variations phénologiques en 1990-91 des arbres des Caesalpinaceae hôtes de *Caryedon serratus* dans le site d'étude (INDR Thiès, Sénégal); (voir Fig. 2 pour la localisation des arbres et des parcelles d'arachide).

la floraison en mai, et celles-ci dureront presque toute la saison des pluies.

Durant la saison des pluies (mi-juillet à mi-octobre), le stock résiduel de gousses persistantes va diminuer progressivement. Les gousses de *T. indica* ramollissent, tombent au sol et seront dégradées par les termites et les moisissures. A la fin des pluies, toutes les dernières gousses persistantes seront tombées sous la canopée des arbres. Les gousses de l'année sont encore vertes, et seules les petites gousses de 1 à 2 graines sont en cours de maturation à la fin des pluies.

Toutes les autres Caesalpiniacées porteront encore des gousses vertes à divers stades de remplissage. La maturation véritable de leurs gousses ne débutera qu'après les pluies, généralement à partir de la fin novembre.

L'arachide est semée dès les premières pluies (mi-juillet). La phénologie des variétés localement cultivées, très rapide, se déroule environ sur les trois mois de la saison des pluies. La maturation, puis les récoltes ont lieu à la fin octobre, période où, sur les légumineuses hôtes voisines des parcelles, seules quelques petites gousses (1 à 2 graines) de *T. indica* sont mûres.

L'enlèvement des récoltes d'arachide et leur stockage sont intervenus début décembre.

3.2).. Infestation par *C. serratus*

L'effectif de gousses mûres persistantes est globalement plus important en 1990-91 qu'en 1989-90, sur les Caesalpiniacées sauvages, sauf pour *C. sieberiana* où c'est l'inverse. Les observations mensuelles menées sur une année, le dénombrement, à chaque prélèvement d'échantillons de l'effectif total de gousses mûres sur chaque arbre, puis les observations au laboratoire, nous ont permis de mieux préciser le cycle de *C. serratus* selon la phénologie de ses diverses plantes hôtes sur le site d'étude.

L'ensemble des résultats est graphiquement résumé sur la figure 5. Nous avons estimé les "productions potentielles d'adultes" pour chaque arbre à différentes périodes, en multipliant le nombre moyen d'émergences par gousse obtenues au laboratoire par le nombre de gousses mûres présentes sur l'arbre. Il est clair que cette estimation, très grossière, dépend des conditions de conservation des gousses au laboratoire et peut donc être soumise à des biais importants. Nous n'en retiendrons donc que les ordres de grandeur.

(*) : saison des pluies ("hivernage")

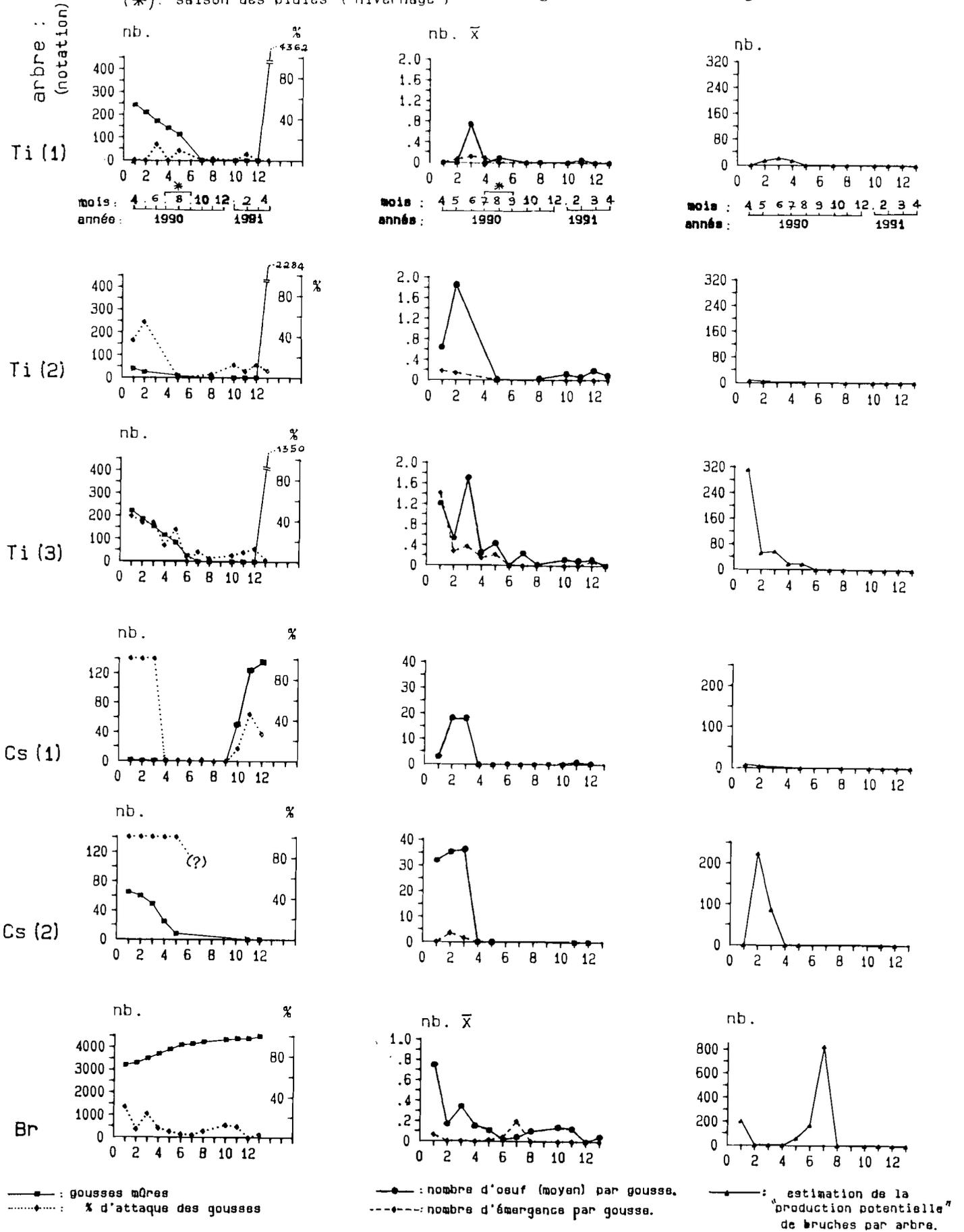


Fig. 5: Evolution de l'infestation par *C. serratus* des légumineuses sauvages suivies dans le site d'étude en 1990-91. (% d'attaque des gousses sur la colonne de gauche; au centre, les nombres moyens d'oeufs par gousse et d'émergences par gousse; l'estimation de la "production potentielle" de bruches par arbre est figurée sur la colonne de droite).

Nous commenterons en premier lieu le cas des espèces à gousses mûres non persistantes toute l'année, c'est-à-dire *T. indica* et *C. sieberiana*.

De façon globale, la période sèche (d'avril à juin), est caractérisée par un nombre important de gousses mûres sur les *Caesalpiniaceae*, la maturation complète des gousses de *T. indica* ayant lieu en avril et celle de *C. sieberiana* dès décembre. On observe des taux d'infestation très élevés sur les tamariniers (35 % à 44 %) et surtout sur *C. sieberiana* (\approx 100 %). Notons toutefois que ce dernier pourcentage correspond à des échantillons petits, voire très petits (2 gousses pour Cs(1)...). Les moyennes d'oeufs pondus par gousse sont, de 0.25 à 2 sur *T. indica*, autour de 36 sur *C. sieberiana*. C'est durant cette période que sont relevées au laboratoire, les émergences les plus importants (55 adultes et 47 cocons de *C. serratus* sur *T. indica* en juin). C'est également à cette période que la "production potentielle d'adulte" est la plus forte pour les espèces citées.

Durant toute la saison des pluies, l'essentiel des émergences d'adultes de *C. serratus* observées provient de gousses de *T. indica*, jusqu'à l'épuisement complet en août-septembre. En même temps vont se former les gousses de l'année, en deux ou plusieurs vagues, selon les phases de repousses florales et les arbres. A la fin de cette saison des pluies, la présence d'oeufs "frais" (c'est-à-dire non éclos) de *C. serratus* est régulièrement notée sur des gousses de *T. indica* en maturation, et sur quelques petites gousses (de 1 à 2 graines) à maturation précoce sur ces arbres. Ce phénomène est particulièrement net pour les tamariniers Ti(2) et Ti(3) (Fig. 5). Nous avons relevé dès novembre, parmi ces petites gousses mûres qui tombent souvent au sol (de 4 à 9 par arbre), des pontes de *C. serratus*, puis des émergences d'adultes à partir de février, quand la majorité des gousses de *T. indica* est en cours de maturation.

Les arbres de *C. sieberiana* suivis ont perdu toutes leurs gousses mûres pour des raisons diverses:

- Cs(1) a été débarrassé de toutes ses gousses tombées au sol par des brebis paturant sous la canopée en juin. La dernière gousse subsistant dans l'arbre a été échantillonnée par nos soins. Jusqu'à la maturation de nouvelles gousses en décembre, aucun substrat de ponte ou de développement n'a subsisté sur et sous l'arbre. Pourtant nous avons observé le dépôt de 5 oeufs (non encore incubés) sur la première gousse mûre (le 31/12/90). La ponte s'est poursuivie avec l'arrivée progressive de gousses à maturation, à des taux d'infestation de 12.5

% à 46 %, avec des nombres moyens d'oeufs par gousse de 0.13 à 0.85 (Fig. 5).

- Cs(2) a eu la majorité de ces gousses brûlées en juin lors des défriches; toutes ses gousses restantes ont été décomposées avant la fin des pluies. L'arbre n'a pas produit de nouvelles gousses, les feux des défriches de juin ayant brûlé toutes les inflorescences. Or nous avons observé des pontes de *C. serratus*, sur des gousses (au taux de 8 % d'infestation) dans un champ d'arachide cultivé à proximité.

Sur *B. rufescens*, malgré l'abondance des gousses mûres persistantes sur l'arbre, la contamination par *C. serratus* et les émergences d'adultes observées au laboratoire fluctuent selon une certaine saisonnalité. Les pourcentages d'infestation, plus élevés entre avril et juin (23 % à 30 %), sont plus faibles en saison des pluies (2 % à 6 %). Les effectifs d'adultes émergés varient également dans le même sens (Fig. 5). On observe ainsi un pic de "production potentielle d'adultes" au mois de novembre, juste à la fin de la saison des pluies, période à laquelle on n'obtient plus d'émergences pour *T. indica* et *C. sieberiana*.

D'autres insectes que *C. serratus*, ont émergé des lots de gousses conservées au laboratoire (détermination G. DELVARE, Montpellier) : de Hyménoptères parasites et des ravageurs cléthrophiens (charançons, Lasiodermes, *Tribolium* et Lépidoptères, voir Annexe III, page 94).

Chez *T. indica*, les émergences d'Hyménoptères parasites ne sont importantes qu'en fin de saison sèche et au début des pluies. Durant toute la saison des pluies, la majorité des émergences est constituée de charançons.

Par contre chez *B. rufescens*, les charançons sont absents et les émergences d'hyménoptères parasites sont importantes à la fin des pluies (d'octobre à février).

4). DISCUSSION

La variabilité phénologique, entre espèces de *Caesalpinaceae* hôtes de *C. serratus* sur le site étudié, et très souvent entre arbres (de la même espèce), détermine une fluctuation des disponibilités en substrat de ponte et de développement très marquée entre la saison sèche

et la saison des pluies. Cet aspect du cycle biologique dans la nature a fait l'objet de très peu de travaux, et il n'y a eu que peu d'observations sur l'évolution phénologique des légumineuses hôtes sauvages de *C. serratus*.

PREVETT (1966b, 1967) observe au nord Nigéria, dans des savanes arborées, les variations phénologiques de *Caesalpinaceae* hôtes de *C. serratus* (entre autres espèces de *Caryedon*), mais sans références avec d'éventuelles relations avec le cycle cultural de l'arachide. Il est par contre l'un des premiers auteurs dont les observations ont porté sur le cycle dans la nature : "*Breeding of C. serratus is continuous throughout the year in Northern Nigeria, sufficient dry pods on primary host plants remaining on the tree until new pods are ripe (1966)b... A series of generation throughout the year, oviposition commencing only when pods are nearly dry (e.g. Caryedon serratus ...). This group includes those species which are storage pests*".

Selon VARAIGNE-LABEYRIE & LABEYRIE (1981), "*the data on plants (of 29 legumes) are related to the data of flowering, ripening and dehiscence of fruits. The duration of ripening period of fruits, how long they stay on tree, the way the seeds are released*"; et parmi ces légumineuses, *C. sieberiana*, *P. reticulatum*, *P. thonningii*, *T. indica* sont observés en saison sèche et des pluies, mais sans qu'elles soient privilégiées dans l'étude.

Les travaux de GAGNEPAIN & al. (1985) sur *C. serratus* se développant exclusivement sur *P. thonningii* dans la savane guinéenne de Lamto (Côte d'Ivoire), décrivent les productions sur trois années consécutives, de gousses d'une population de 24 arbres producteurs de *P. thonningii*, leurs infestations, les variabilités inter-annuelles et intra-annuelles (évolution saisonnière, effets des feux,...). Ils ont noté une ponte importante sur des gousses encore vertes et mûrissantes. Mais la forme sous la laquelle *C. serratus* passe la longue période d'avril à octobre (qui correspond à la saison des pluies dans la zone étudiée), lorsqu'il n'y a plus de gousses disponibles, restent également posées. L'absence de signes d'une contamination particulière sur les rares gousses restantes, leur fait envisager la survie d'adultes en dehors des périodes de fructification sous forme de diapause.

VARAIGNE-LABEYRIE & LABEYRIE (1981) observent "*all cocoons picked on C.*

sieberiana contained adults in imaginal diapause on 24th june (in Burkina Faso)". Mais d'après CONWAY (1975), "la diapause n'est pas totale en saison sèche (10 % des cocons nymphosant à 2 cm du sol contenait des adultes 16 semaines après); or si les cocons sont mouillés (conditions semblables à la saison des pluies), tous les adultes sont sortis après 20 jours de nymphose, ce qui serait défavorable à la bruche pour les coïncidences ultérieures avec les arachides récoltées";

Mais le concept de diapause n'est pas clairement établi chez ces auteurs. CONWAY le définit comme "la période allant de l'imago dans le cocon à l'émergence en dehors".

PIERRE (1985) relève que "les populations de *C. serratus* (au niveau de *B. rufescens* au Niger) sont surtout abondantes dans la nature de mars à juin (c'est-à-dire pendant la période la plus chaude de la saison sèche. A la fin de la saison sèche et durant la saison des pluies, il y a une décroissance importante des populations de *C. serratus*. ... qui peut être expliquée par l'existence de stades diapausants, soit au stade nymphal (étalement important de la durée de développement nymphal en élevage), soit au stade imaginal"; ROBERT (1984) décrit également cet étalement des émergences.

L'importance de la longévité des individus dans la nature est inconnue, voire occultée. DELOBEL (1989) a cependant observé "des possibilités de survie inattendues d'une durée moyenne de 80 à 90 jours à 30 ° C en présence de nourriture adéquate (pollen), et permettant d'envisager des longévités dans la nature dépassant très largement trois mois". L'acceptation d'une telle hypothèse nous permet de comprendre l'infestation de nouvelles gousses formées, comme c'est le cas dans nos observations, malgré l'absence totale de gousses et graines sur certains arbres et durant la saison des pluies.

Il nous a semblé, dans les situations décrites sur les *C. sieberiana* [Cs(1) et Cs(2)], que les arbres ont pu servir de refuge aux adultes de *C. serratus* lors de l'absence prolongée de gousses, durant 3 à 5 mois. La possibilité d'une longévité très importante des adultes n'est pas à exclure, si l'on accepte l'hypothèse de DELOBEL (1989) d'une longévité dans la nature pouvant dépasser trois mois. Par ailleurs, la diversité spécifique et l'abondance des légumineuses observées (herbacées ou arbustives) durant la saison des pluies, constituent probablement des conditions trophiques très favorables à la bruche.

Par ailleurs, il est tout à fait possible que les différentes espèces de *Caesalpinaceae* hôtes interfèrent avec la dynamique des populations de *C. serratus*. Dans notre zone d'étude,

la fluctuation des populations pourrait s'expliquer par plusieurs hypothèses tenant compte des variations saisonnières de disponibilité en gousses et selon les espèces hôtes.

a). Nous relevons toujours une activité de *C. serratus* sur *B. rufescens*, qui a en permanence des gousses mûres, et la diapause n'est donc pas nécessaire.

b). Une activité visible de la bruche est toujours relevée sur les *T. indica*, malgré la quasi ou totale absence des gousses sur ces arbres en saison des pluies. Les expériences de dépôts des gousses sous la canopée de ces arbres, ont indiqué la présence d'adultes actifs durant cette période. La saison des pluies ne semble pas être le seul facteur expliquant la diminution des émergences d'adultes de *C. serratus* durant cette période. C'est aussi la période de plus faible persistance de gousses mûres sur lesquelles se sont déjà développées plusieurs générations de bruches, de charançons ou de lépidoptères.

Nous avons relevé les signes de cette activité par deux autres indicateurs complémentaires:

- le dépôt des pontes sur des gousses en maturation (sur des parties ligneuses de ces gousses de *T. indica*), après la fin des pluies, alors que tout support de développement a disparu de l'arbre;

- l'infestation de petites gousses (de 1 à 2 graines), dont leur maturation est très précoce (dès novembre). Il est apparu qu'une première génération de bruches émerge à partir de février de ces petites gousses mûres, et elle servira sans doute à infester la grande vague des gousses qui ne mûriront complètement qu'à partir d'avril. Le risque pour ce phénomène de passer inaperçu est lié aux très faibles effectifs de ces petites gousses d'une à deux graines (environ 150 à 200 au total par arbre) par rapport à l'effectif total de gousses par tamarinier, dont les dénombrements exhaustifs (d'avril 1991) situent entre 1350 et 4362 gousses par arbre.

c). Certains arbres [Cs(1) et Cs(2)] sont caractérisés par des périodes sans gousses de 3 à 5 mois dans l'année, en saison des pluies particulièrement. Pourtant on a observé des attaques sur arachide dans des champs à proximité de ces plantes, de même que des attaques immédiatement après leur maturation des premières gousses sur les arbres. Là encore il est possible que ces arbres puissent servir de refuge à des adultes prêts à reprendre leur activité reproductrice si un substrat convenable se présente.

Ces trois hypothèses suffisent pour comprendre comment la pérennité de la population (ou des populations) de bruches est assurée, sans avoir besoin d'envisager une diapause obligatoire pour toute la population.

En tout cas, nous avons décelé deux pics dans la dynamique des populations de *C. serratus* (Fig. 5): en fin de saison des pluies sur *B. rufescens* (septembre à février), et en mi-saison sèche sur *T. indica* et *C. sieberiana* (mai à juillet), ce qui peut permettre de maintenir, globalement, des effectifs suffisants de *C. serratus* dans la zone d'étude.

En plus, l'influence des stocks, toujours présents, n'est pas exclue; des adultes échappés peuvent contribuer à entretenir l'infestation des espèces sauvages.

Notons enfin que la dynamique des populations de bruches est probablement influencée par les autres ravageurs cléthrophages et les parasites (voir Annexe III), mais leur influence dans le partage des gousses est complexe et demandera un travail spécifique.

Nos résultats confirment donc le rôle important de certaines légumineuses arbustives et arborescentes comme plantes-hôtes, mais sans doute également comme plante refuge, bien que les mécanismes de survie ne soient pas clairement établis.

Il faudra donc tenir compte de ces différentes légumineuses dans l'étude de la contamination des parcelles d'arachide qui sera abordé au chapitre suivant.

Chapitre V

LA CONTAMINATION DES PARCELLES D'ARACHIDE PAR *CARYEDON SERRATUS*

Nous avons vu au chapitre précédent que certaines *Caesalpinaceae* présentes sur le site d'étude abritaient des populations plus ou moins importantes de *C. serratus*. Parmi ces légumineuses sauvages, certains tamariniers [Ti(1) et Ti(3)] sont très proches des parcelles d'arachide cultivées (voir Fig. 2). Nous tiendrons donc particulièrement compte de la proximité de ces arbres dans l'analyse de la contamination des parcelles d'arachide par *C. serratus*.

1). MATERIEL ET METHODES

Deux parcelles d'arachide (P1 et P2) ont été constituées en 1989, puis reconduites aux mêmes endroits en 1990 sur des zones régulièrement cultivées par les paysans (voir Fig. 2).

Ces essais ont été menés en respectant les itinéraires techniques traditionnels pratiqués par les paysans du bassin arachidier au Sénégal, du semis à la récolte, le séchage au champ, le battage et les principaux modes de stockage.

La parcelle I (8.5 m X 77.5 m) s'étale selon sa longueur du Nord au Sud, avec un pied de *T. indica* [Ti(1)] sur la bordure immédiate de la partie nord du champ. Les andains sont rassemblés dans trois zones définies en fonction de leur distance au tamarinier Ti(1): à 20 m (désignée Ta), à 45 m au milieu (M) et à 70 m à l'extrémité (EX) (Fig. 6).

Sur l'essai II, le tamarinier [Ti(3)] est placé au 2/5 de la longueur de la parcelle, étalée d'Est en Ouest (24 m X 75 m). A la récolte, les andains sont constitués en cinq lots distincts selon leur distance au *T. indica* (Fig. 7): sous la canopée du tamarinier, (STa), autour de l'arbre sur un rayon de 10 m (ATa), à l'extrémité Ouest, à 20 m de Ti(3) (W), et à l'extrémité Est, à 30 m du tamarinier (E). De légères modifications ont été apportées au dispositif de l'essai II en 1990, à savoir:

- la fréquence des récoltes d'échantillons de gousses d'arachide; journalière la 1^{ère} semaine et bi-journalière la 2^{ème} semaine, afin de préciser la date des premières pontes après le déterrage et l'exposition des arachides au champ, et éventuellement l'existence de vagues de

ponce selon les dépôts d'oeufs frais.

- la distance des andains aux tamariniers les plus proches; rapprochement des positions délimitées par rapport aux arbres hôtes et éloignement des andains les plus extrêmes.

Rappelons que les deux parcelles, voisines l'une de l'autre de 50 m environ, sont récoltées à des dates distinctes : P1, les 22, 23 et 24/10/90; et P2 le 30/10/90; la durée d'exposition des andains est de 23 à 25 jours sur la P1, et de 31 jours sur la P2.

La variété d'arachide cultivée (la 55 437), de type botanique Spanish, a un port érigé et un cycle végétatif semis-récolte de 90 jours; elle est celle recommandée par la recherche agricole (ISRA) dans la zone (pluviosité moyenne de 500 mm). Elle est bien adaptée à une saison des pluies courte. Les caractéristiques indiquées (ANONYME, 1982) sont les suivantes:

- poids de 100 gousses, de 85 à 95 g;
- poids de 100 graines, de 35 à 38 g;
- une teneur en huile de 49 %.

En 1989, les arachides semées le 1^{er} juillet, ont fleuri de la fin juillet à la mi-septembre, puis mûri en début octobre (voir Fig. 3). Les pieds déterrés les 9 et 10 octobre, ont été mis en andains deux jours après, puis laissés exposés pour le séchage jusqu'au 20 novembre, pour ensuite être rassemblés en meules. Le battage, l'égoussage et le stockage en sacs ont eu lieu fin novembre.

Cinquante gousses ont été prélevées sur les tamariniers Ti(1) et Ti(3), et parmi les andains de chaque zone définie dans chaque parcelle les 27 octobre et 7 novembre. Ces gousses ont été ramenées au laboratoire pour contrôler le niveau d'infestation par *C. serratus*.

En 1990, les cultures d'arachide sont reconduites sur les mêmes parcelles afin de vérifier certaines observations antérieures. Mais en raison des pluies tardives, les arachides semées sur la P1 (le 21/07/90) et la P2 (le 24/07/90) ont fleuri de fin août à la fin septembre, et mûri en fin octobre (voir Fig. 4).

Sur la parcelle P1, les arachides sont déterrées aux dates suivantes suivant les lots:

- aux alentours (< 15 m) du Ti(1), lot (Ta): le 22/10;
- de 15 à 45 m, lot (M): le 23/10;

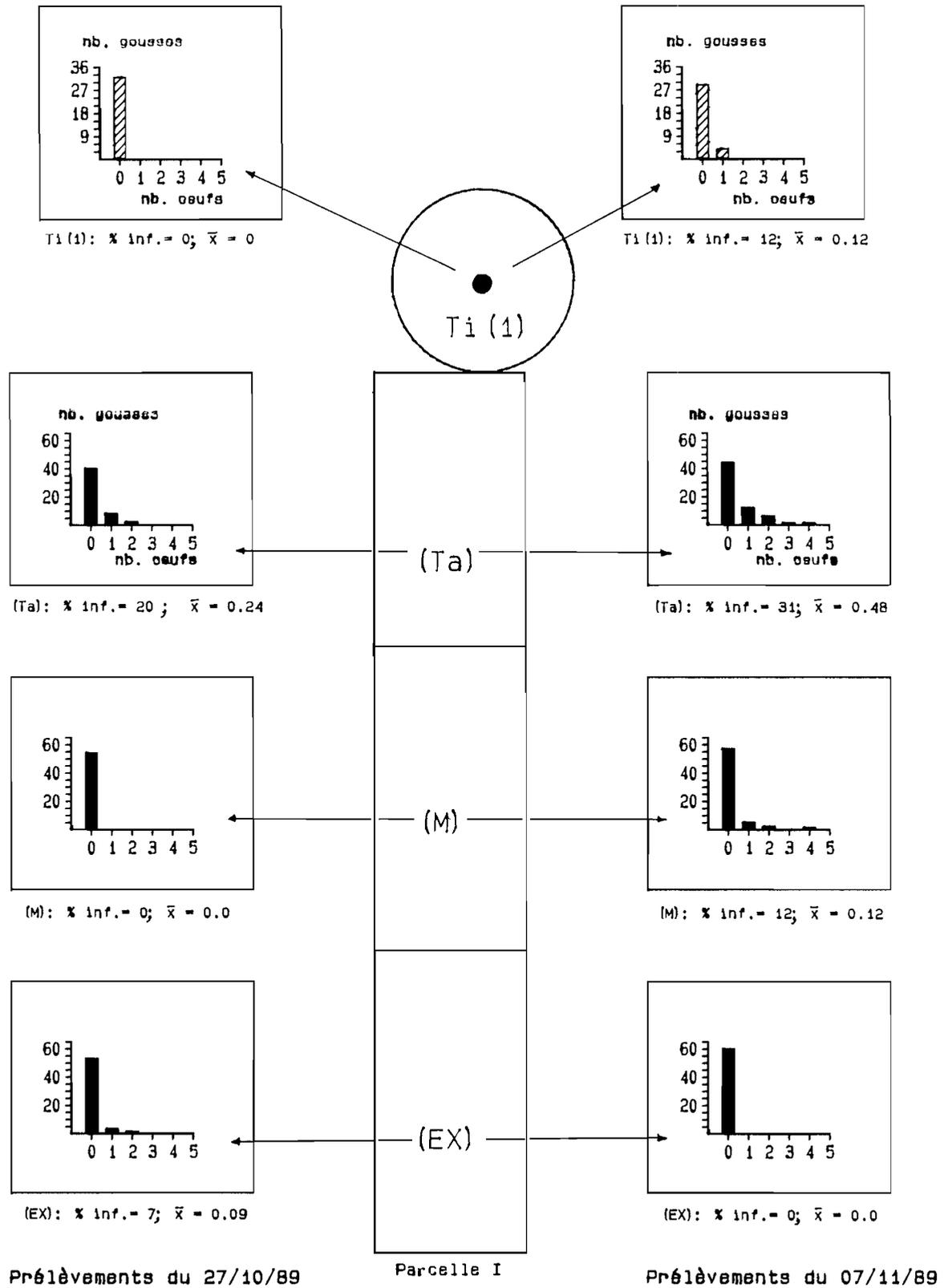


Fig. 6: Distribution des pontes, en 1989, de *C. serratus* sur les gousses du tamarinier *Ti(1)* et sur celles des arachides de la parcelle I, en fonction de la distance au tamarinier.

▨ gousses du tamarinier *Ti(1)*.

■ gousses d'arachides (parcelle I).

% inf. = taux d'attaque par *C. serratus* (en %).

\bar{x} = nombre moyen d'œufs (totaux) par gousses.

- de 45 à 70 m, lot (EX): le 24/10/90.

Elles sont rassemblées en andains deux jours après, et exposées au champ jusqu'au 16/11 (23 à 25 jours d'exposition), avant l'égoussage manuel et le stockage en sacs selon la position au champ.

Les arachides de parcelle P2 sont déterrées d'un seul tenant le 30/10 et les andains constitués après un jour d'étalage. L'exposition au champ a duré 31 jours, l'égoussage puis le stockage ont eu lieu le 30/11/90.

Sur chaque parcelle et à chacune des positions délimitées, une trentaine de gousses sont récoltées tous les jours de la première semaine d'exposition, puis tous les deux jours de deuxième semaine, et enfin une fois par semaine environ les jours d'exposition suivants.

Les tamariniers Ti(1) et Ti(3) sont suivis toutes les semaines durant la période d'exposition des arachides, en plus du suivi mensuel comme pour les autres *Caesalpinieaceae* hôtes.

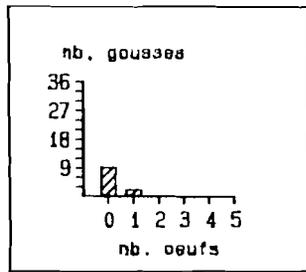
Toutes les gousses récoltées sont ramenées au laboratoire pour contrôler le niveau d'infestation par *C. serratus*. Parmi les paramètres observés, nous insisterons sur les oeufs frais, c'est-à-dire les pontes récentes de moins d'une semaine (durée moyenne de l'incubation), et qui n'ont pas encore éclos. C'est un indicateur d'une activité toute récente des femelles de bruche.

Le démarrage de la ponte est vérifiée par la présence d'oeufs sur les échantillons de gousses prélevés. Mais comme les biais dus à l'échantillonnage ne sont pas exclus, la date d'observation des premiers oeufs éclos sert à confirmer la date de début des pontes, sachant que la durée d'incubation des oeufs de *C. serratus* dure, en moyenne, une semaine environ.

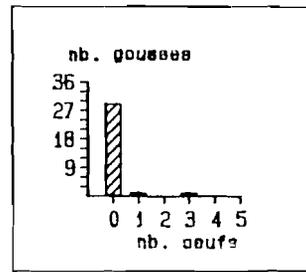
2). RESULTATS DES ESSAIS DE 1989.

2.1).. Parcelle I. (Fig. 6).

Après 19 jours d'exposition des arachides au champ, l'infestation varie selon la distance au tamarinier [Ti(1)] : 20 % sur les andains les plus proches du tamarinier (Ta), 0 % au milieu (M), et 7 % à l'extrémité (EX) de la parcelle. A cette date 71 % des pontes sont des oeufs

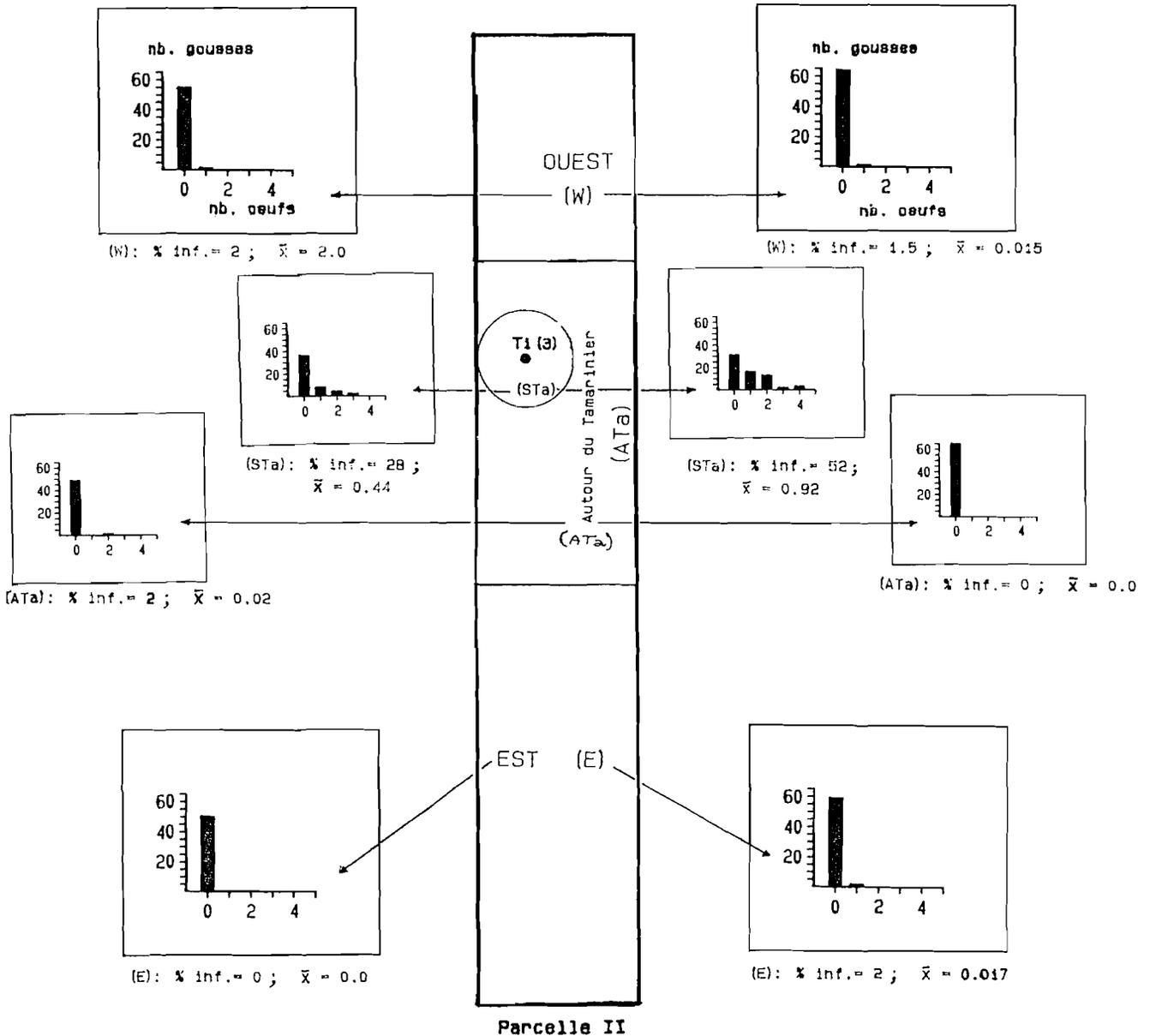


Ti(3): % inf. = 18; \bar{x} = 0.18



Ti(3): % inf. = 13; \bar{x} = 0.13

tamarinier n° 3 : T1(3)



% inf. = taux d'attaque par *C. serratus* (en %).

\bar{x} = nombre moyen d'oeufs (totaux) par gousse.

Fig. 7: Distribution des pontes, en 1989, de *C. serratus* sur les gousses du tamarinier Ti(3) et sur celles des arachides de la parcelle II, en fonction de la distance au tamarinier.

▨ gousses du tamarinier Ti(3)

■ gousses d'arachide (parcelle II).

"frais", mais aucune ponte n'est relevée sur les gousses du Ti(1) voisin.

Après une exposition de 29 jours au champ, on note le début de l'infestation des gousses du tamarinier (6 %), et un accroissement global de la contamination des arachides: (Ta), 31 %; (M), 12 % et (EX), 11 %. Cependant, seulement 11 % des pontes sont constituées d'oeufs frais.

2.2).. Parcelle II (Fig. 7).

Les taux d'infestation par *C. serratus* relevés après 18 jours d'exposition des arachides sont de 28 % pour les andains sous le Ti(3) (STa), 2 % pour ceux autour de l'arbre (ATa), 2 % dans la zone Ouest (W) et 0 % à la zone Est (E). Les oeufs frais constituent 24 % des pontes observées. Cependant, sur le faible effectif de gousses arrivées à maturité sur le tamarinier, l'infestation est de 18 %.

Après 28 jours d'exposition, le taux d'infestation sur le tamarinier de 13 %, (- 5 %) serait probablement lié à l'augmentation observée du nombre de gousses en maturation, pour sans doute une faible effectif de femelles reproductrices.

Sur les arachides, les taux relevés sont de 52 % STa, (soit + 24 %), de 0 % ATa (- 2 %), 1.5 % sur la partie W et 2 % dans la zone Est. Mais aucune ponte d'oeufs frais n'est observée à cette date sur la parcelle II.

On remarquera enfin que la contamination des gousses des tamariniers est toujours plus faible que celle des gousses de l'arachide provenant des andains les plus proches de ces arbres.

3). RESULTATS DES ESSAIS DE 1990

3.1).. Dynamique des pontes de *C. serratus* au champ

3.1.1)- Parcelle I (Fig. 8)

L'observation des gousses échantillonnées simultanément sur les trois zones de la parcelle I le 26/10, montre que des oeufs de *C. serratus* ont déjà été déposés sur les arachides:

- à proximité du Ti(1) à 15 m, l'infestation de 6.70 % des gousses est constituée à 60

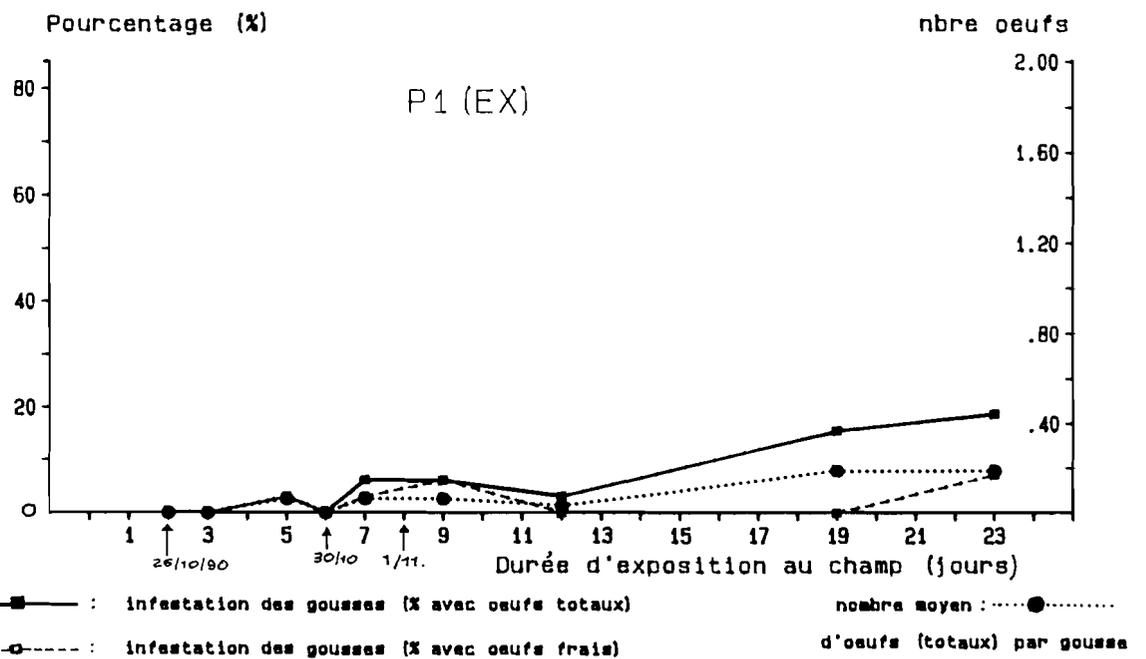
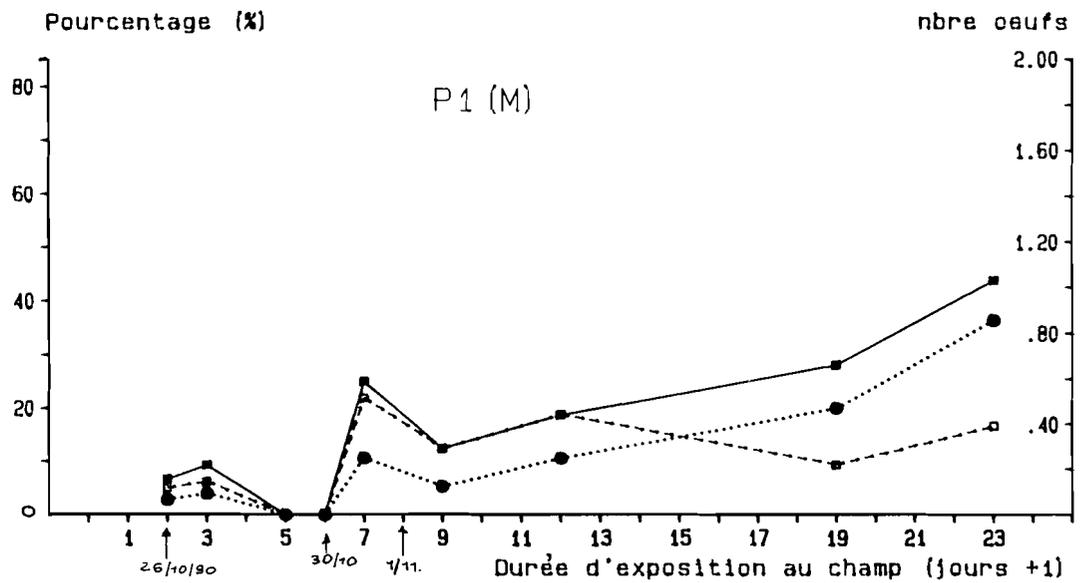
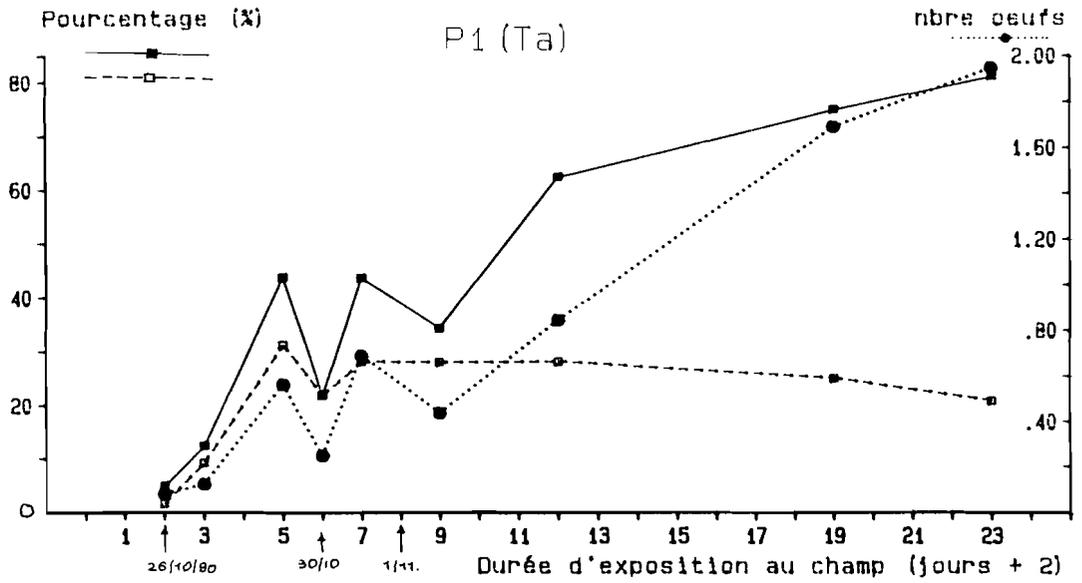


Fig. 8: Evolution, en 1990, de l'infestation de la parcelle I par *C. serratus* en fonction de la durée d'exposition des gousses au champ et de la localisation des andains par rapport au tamarinier Ti(1).

% d'oeufs frais et à 40 % d'avortés et/ou de parasites (virant du marron au noir). Des oeufs éclos n'y sont observés qu'au 8^{ème} jour d'exposition (le 30/10, avec 18 % des oeufs totaux).

- au milieu de la parcelle {à 45 m du Ti(1)}, où les pontes au taux de 6.7 % d'infestation sont constituées à 75 % d'oeufs frais et 25 % d'oeufs avortés et/ou parasites. Les oeufs éclos ne sont observés qu'au 8^{ème} jour également (relevé du 31/10 avec 12.5 % des oeufs observés).

- sur les andains de l'extrémité de la parcelle par contre, des pontes ne sont relevés qu'au 5^{ème} jour d'exposition, au taux de 3.13 % exclusivement constituées d'oeufs frais. L'observation d'oeufs éclos est notée à partir du 7^{ème} jour suivant la première observation des premiers oeufs (le 5/11).

Les taux d'attaque augmentent plus ou moins régulièrement en fonction de la durée d'exposition au champ (Fig. 8), mais cette augmentation est d'autant plus forte que les andains sont plus proches du tamarinier.

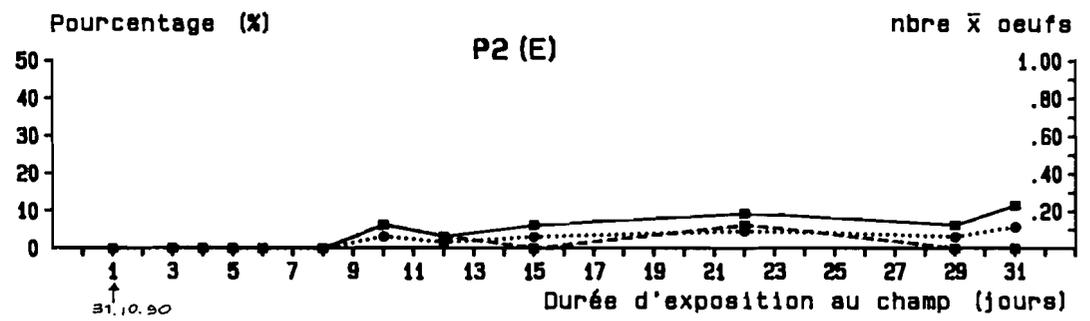
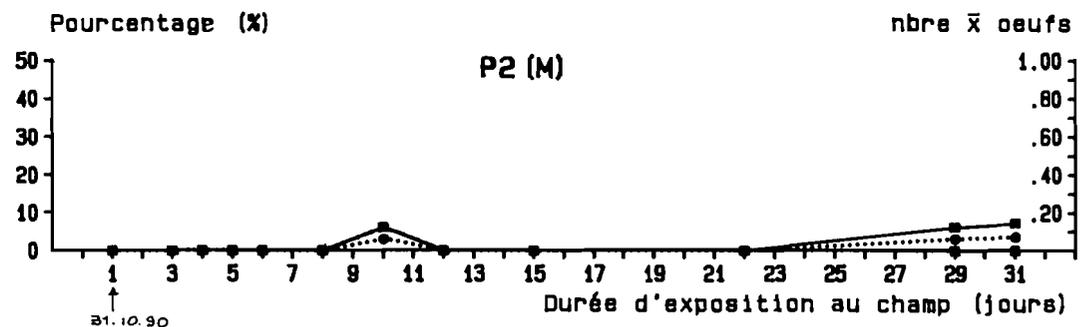
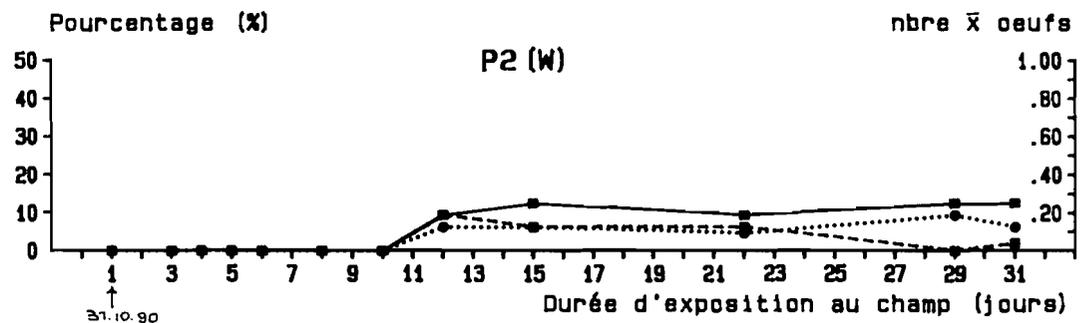
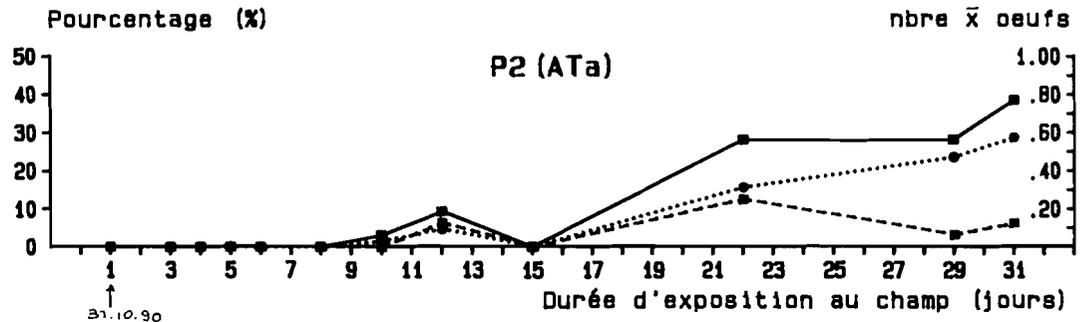
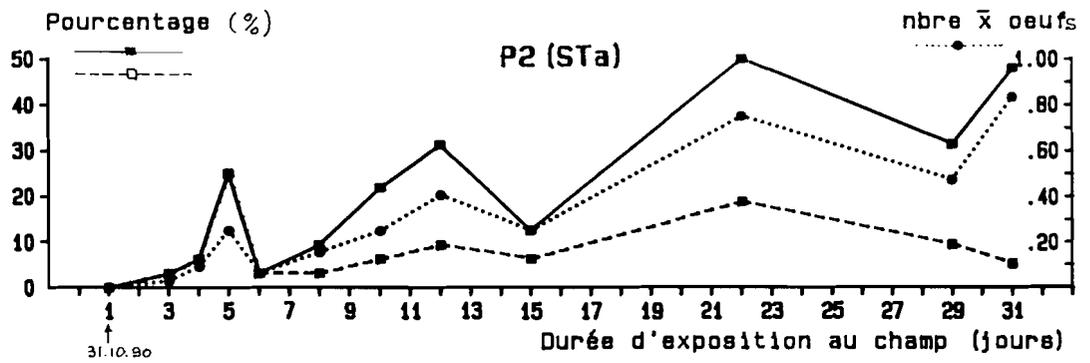
Sur le tamarinier Ti(1), malgré la prédominance de gousses vertes à cette période, des pontes de *C. serratus* sont observées sur des échantillons de gousses en maturation (mais encore turgescentes) le 30/10 (à 9.4 %) et le 12/11/90 (à 3.0 %); les oeufs sont très précisément localisés sur des plages liégeuses de ces gousses. Sur le prélèvement de gousses du 5/11, aucune ponte n'est observée.

Notons enfin, que l'exposition des arachides sur la parcelle n'a pas coïncidé, sur le Ti(1), avec la maturation complète des petites gousses (de 1 à 2 graines), qui ont pu être observées sur d'autres arbres.

Lors du dernier relevé au champ, les arachides à proximité de l'hôte sont infestées à 81 % après 21 jours d'exposition (dont 21 % avec des oeufs frais); au milieu à 44 % (dont 17 % avec des oeufs frais); enfin à l'extrémité le taux de 19 % d'infestation, ne comprend que 7 % de gousses avec oeufs frais).

Nous remarquons l'importance de la ponte de *C. serratus* sur les andains selon un gradient décroissant, avec la distance au tamarinier (Fig. 8).

Les nombres moyens d'oeufs par gousse d'arachide sont de 1.95 à 15 m du tamarinier (Ta), 0.84 au milieu (M) et de 0.19 à l'extrémité de la parcelle (EX). Le maximum d'oeufs par gousse observé au champ est de 7 sur les positions (Ta) et (M), et de 2 oeufs seulement sur les



—■— : infestation des gousses (% avec oeufs totaux) nombre moyen :
 - - - □ - - : infestation des gousses (% avec oeufs frais) d'oeufs (totaux) par gousses

Fig. 9: Evolution, en 1990, de l'infestation de la parcelle II par *C. serratus* en fonction de la durée d'exposition des gousses au champ et de la localisation des andains par rapport au tamarinier Ti(3).

andains extrêmes de la parcelle (EX).

Sur un total de 1140 gousses d'arachide prélevées de la P2, nous y avons observé un total de 492 oeufs de *C. serratus*, avec 68.5 % de ces pontes déposées sur les andains à 15 m du Ti(1), 26.2 % au milieu et enfin 6.3 % à l'extrémité.

3.1.2).. Parcelle II (Fig. 9).

Aucune ponte de *C. serratus* n'a été observée sur les gousses prélevées sur la P2, le lendemain de l'exposition des gousses au champ.

Le dépôt des oeufs n'est observé qu'au 3^{ème} jour d'exposition, exclusivement sur les andains disposés sous la canopée du tamarinier (STa). Durant la 1^{ère} semaine d'exposition, toutes les pontes observées sont constituées d'oeufs frais. Les oeufs éclos sont relevés à cette position que 7 jours après l'observation des premières pontes.

Pour tous les autres andains plus ou moins éloignés de l'arbre, les pontes ne sont observées qu'au 10^{ème} ou 12^{ème} jour d'exposition au champ. Mais les premiers oeufs observés du lot (ATa) au 10^{ème} jour sont éclos; donc, logiquement, les pontes sur ces andains à 5 m autour du Ti(3), ont débuté plus tôt (après seulement 3 jours d'exposition).

L'observation d'oeufs éclos sur les andains en position Est (E, à 45 m) et Ouest (W, à 17.5 m) après 15 jours d'exposition, laisse également supposer que les premières pontes ont eu lieu au moins avant, c'est-à-dire deux jours avant la date de réelle observation des pontes sur (E), et quatre jours avant sur (W).

En récapitulant les observations et les correctifs, il semble bien que les pontes de *C. serratus* débutent au 2^{ème} ou au 3^{ème} jour d'exposition des arachides au champ, sur les andains les plus proches des tamariniers.

Mis à part les andains sous la canopée (STa) et autour de l'arbre (ATa, à partir du 22^{ème} jour), les taux d'infestation restent relativement peu importants (entre 6 et 12.5 %, Fig. 9).

Sur un total de 2240 gousses d'arachides récoltées dans la parcelle P2, 312 oeufs de *C. serratus* ont été observés, répartis à 53.4 % sous la canopée, à 26.8 % autour de l'arbre, à 3.8 % au milieu (à 20 m), à 6.7 % dans la partie est (à 45 m) et à 9.3 % sur la zone ouest (à 17.5 m).

Le tamarinier Ti(3) ne présente qu'un faible effectif de petites gousses (de 1 à 2 graines) mûres en fin novembre (7, observées au sol). La majorité des gousses, encore turgescentes, sont vertes. L'infestation observée par *C. serratus* est nulle aux relevés du 30/10 et du 12/11, mais est de 3.1 % des gousses échantillonnées au 5/11/90. Sur une gousse à 2 graines, mûre et tombée sous la canopée du Ti(3) (observation du 29/11/90), nous avons noté aucun oeufs frais, mais 6 oeufs éclos et 1 avorté.

Lors du stockage des arachides et au dernier relevé au champ, le nombre moyen d'oeufs total par gousse est de 0.83 sous la canopée (dont 6 % d'oeufs frais), de 0.57 autour de l'arbre (dont 13 % d'oeufs frais), de 0.07 au milieu et de 0.12 à l'Est (sans aucun oeufs frais), et de 0.13 à l'Ouest (avec 17 % d'oeufs frais). Le nombre total d'oeufs frais pour cet échantillon de 32 gousses est de 5 sur STa, 7 sur ATa (à 5 m) et de 2 sur W (à 17.5 m). La persistance du dépôt d'oeufs frais sur les andains les plus proches de l'arbre hôte, après 31 jours d'exposition, confirme l'importance de la localisation du tamarinier sur la répartition des attaques.

Au contraire de la parcelle I, où 60 gousses ont été prélevées par zone au premier relevé, sur la parcelle II nous n'avons prélevé que 32 gousses sur chacune des cinq zones durant les 11 premiers relevés, et 96 gousses au dernier. Il peut sembler qu'un effectif de 32 gousses par lots et par période ne soit pas suffisant pour décrire, sans biais, les premières pontes au champ lorsque le taux d'infestation est faible. Cependant, les correctifs qu'apporte l'observation d'oeufs éclos par rapport à la durée d'incubation moyenne nous permet de situer le début des premières pontes après 2 à 3 jours d'exposition des arachides au champ.

3.1.3)- Discussion.

La ponte débute très tôt au champ, 2 à 3 jours après le déterrage des arachides pour les andains disposés sous la canopée des tamariniers ou à proximité immédiate. Les taux d'infestation peuvent atteindre des valeurs très élevées (50 à 80 %) sur les arachides les plus proches de ces arbres hôtes, après 25 à 31 jours d'exposition, avec des nombre d'oeufs par gousse allant jusqu'à 7.

L'ensemble des résultats et en particulier les gradients d'attaque observés, confirme le rôle de réservoir du tamarinier pour les contaminations des arachides. La répartition des contaminations semble indiquer que les adultes de *C. serratus* ne s'éloignent pas trop du

tamarinier hôte (69 % des oeufs pondus entre 0 et 15 m du Ti(1); 80 % des pontes sous la canopée et à 5 m autour du Ti(3)).

Les taux d'infestation et les nombres moyens d'oeufs par gousse, observés après 25 et 31 jours d'exposition, sont plus élevés à proximité immédiate des tamariniers sur la P1 (81.3 % et 1.95), que sur la P2 (48 % et 0.833). Or l'effectif des gousses persistantes sur ces tamariniers, au cours de l'année (voir fig. 5), est quasi identique, et les taux d'infestation par *C. serratus* sont plus élevés sur le Ti(3) dans la P2 (15 à 44 % d'avril à août 1990), que sur le Ti(1) (de 0.0 à 16 %), ainsi que les émergences de la première génération obtenues au laboratoire (Tab. 7). On peut donc s'attendre à une "production potentielle d'adultes" plus forte du tamarinier Ti(3).

Tableau 7: Nombre moyen d'émergences par gousse (et par mois) de *C. serratus* (1^{re} génération) obtenu à partir d'échantillons de gousses des tamariniers Ti(1) et Ti(3) prélevés avant et durant la saison des pluies en 1990.

(se référer à la figure 5, pour l'estimation des "productions potentielles" de bruches au cours de l'année).

Tamarinier (n° arbre)	Mois de l'année 1990					
	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre
Ti(1)	0.0	0.07	0.05	0.05	0.03	0.0
Ti(3)	0.0	0.78	0.15	0.08	0.06	0.22

L'hypothèse que les fortes valeurs de contamination des arachides de la parcelle I voisine du Ti(1), soient dues à la proximité des stocks conservés au laboratoire (à 100 m environ, voir Fig. 2), n'est donc pas à exclure. Il est possible que des adultes, ayant échappé à notre contrôle lors de certains élevages et manipulations au laboratoire, aient pu se réfugier sur le tamarinier [Ti(1)] le plus proche, ce qui expliquerait ainsi les fortes infestation de la parcelle I.

4). DISCUSSION ET CONCLUSIONS

Il subsiste encore beaucoup d'interrogations sur la biologie de *C. serratus* dans la nature, que nous n'avons pu élucider entièrement, faute d'avoir pu mener des observations directes au champ sur les bruches adultes.

Cependant, l'insecte semble se maintenir toute l'année sur ses arbres hôtes (*T. indica* et *C. sieberiana* en particulier), malgré l'absence (ou quasiment), en saison des pluies, de substrats de développement. Le rôle de refuge joué par des arbres hôtes n'est donc pas à négliger, bien que les mécanismes mis en jeu soient présentement inconnus.

On ne sait pas trop, s'il faut parler de coïncidence du cycle de *C. serratus* dans la nature avec le cycle cultural de l'arachide ? Toujours est-il que *C. serratus* est toujours présent sur les Caesalpiniacées sauvages, et s'il y a des arachides à proximité il ne tarde pas à les attaquer ! Le dépôt des oeufs débute presque aussitôt après le déterrage des arachides, 2 à 3 jours après l'exposition sur les andains les plus proches des hôtes, puis 5 à 12 jours pour les plus distants. Les taux d'attaque augmentent lorsque la durée d'exposition au champ est prolongée. Dans chaque parcelle, les zones les plus proches des tamariniers restent les plus contaminées par *C. serratus*, et de façon plus continue avec la durée d'exposition. Cet effet se mesure sur des distances assez courtes, de l'ordre de la dizaines de mètres. Les taux d'attaque peuvent être très élevés au moment du stockage des récoltes (maxima de 48 à 81 % avec 0.83 à 1.95 oeufs moyens par gousse).

Nous avons également remarqué que la contamination des gousses de tamarinier, qui ne sont pas au stade le plus propice durant cette période, est toujours plus faible que celle des gousses de l'arachide provenant des andains les plus proches de ces arbres. Cependant, le cycle de *C. serratus* va se poursuivre sur ces arbres après le stockage des arachides, et la maturation complète des gousses de *T. indica* à partir de la mi-mars.

Toutefois, l'hypothèse de l'influence des stocks d'arachide, par la migration d'adultes échappés, n'est pas à exclure. En effet, les niveaux de contamination observés dans la parcelle I (jusqu'à 81 % à 15 m après 25 jours d'exposition), ne semblent pas logiquement être exclusivement dus aux émergences des gousses de l'arbre voisin Ti(1). La migration d'adultes,

échappés des stocks du laboratoire, qui ne sont distants que d'une centaine de mètres, paraît une hypothèse très plausible. Nous avons procédé à des piépages d'adultes (au rouleau de carton ondulé) sous la canopée des Caesalpiniacées sauvages, ainsi qu'à des marquages et lâchers à partir des stocks de 73 adultes. Le très faible succès des captures et recaptures (une seule femelle recapturée à 5 m du lâcher sous *B. rufescens*), ne nous ont pas permis d'apprécier les possibilités de dispersion de *C. serratus*, ni leur éventuelle déplacement d'un arbre à l'autre ou leur retour des stocks sur les hôtes sauvages.

Les pontes par *C. serratus* sont réparties de façon aléatoire sur les gousses d'arachide lors des premiers jours d'exposition au champ. Mais, avec l'augmentation des taux d'infestation et à proximité immédiate des hôtes, la répartition des oeufs tend vers des structures légèrement agrégatives (voir Annexe II). Ces premiers résultats restent difficilement exploitables en absence d'études fines sur le comportement de ponte en plein champ.

Le rôle des *Caesalpiniaceae* hôtes sauvages dans la contamination des arachides a été très peu abordé dans les travaux antérieurs. Cependant SAGOT & BOUFIL (1936) ont, à partir de récoltes d'arachide au champ et d'observations d'émergences au laboratoire, "*conclu avec certitude que les arachides ont reçu des oeufs de bruche au champ; des gousses de tamarinier bruchées furent trouvées en plein champ*". BOUFIL (1938) redoutait que "*malgré une expédition rapide des stocks d'arachide, pour éviter la conservation possible d'insectes vivants jusqu'à la récolte prochaine, il est à craindre qu'une importante quantité d'adultes qui se trouvera brusquement privée de son habitat ne se rabatte sur les tamariniers dont les fruits sont, d'après nos expériences, le second lieu d'élection de la bruche*".

GREEN (1959) conclut n'avoir pas observé *C. serratus* sur des légumineuses poussant dans les champs, mais mentionne que "*RHYNEHART (comm. pers.) has found some evidence of nuts becoming infested in the field*". Cet auteur pense qu'aucune infestation définitive n'est observée au champ et la contamination de la récolte nouvelle est le fait de stocks mal nettoyés.

FRIENDSHIP (1974) relève, d'après le suivi des émergences au laboratoire, "*that infestation commences at, or very shortly after, lifting of the crop when pods become exposed*".

CONWAY (1975) conclut que les premières attaques ont lieu dès les premiers jours de la récolte et continuent jusqu'au moment du séchage lors de l'exposition des arachides au champ (pré-infestation de 0.1 à 4 %, atteignant même 27.4 %). Il n'a, par contre, trouvé que 2 adultes de *C. serratus* au cours de l'inspection de 189 magasins, entrepôts et centres de stockages d'arachide. Cet auteur indique le rôle possible de petits effectifs de gousses résiduelles des plantes hôtes voisines des champs, après la saison des pluies, dans la contamination des arachides, et envisage que la diminution des effectifs de *C. serratus* dans les hôtes primaires (*P. thonningii*, *T. indica*, *C. sieberiana*), au moment des récoltes d'arachide en novembre, pourrait constituer un moyen d'atténuation ou d'élimination des infestations au champ.

PIERRE (1985) indique, d'après l'étude du cycle de *C. serratus* au Niger sur *B. rufescens*, que la contamination de l'arachide (arrachée et mise à sécher en octobre) ne pourra s'effectuer qu'à partir de faibles populations d'insectes, qui caractérisent cette période du cycle.

Les mécanismes de survie et de longévité dans la nature de *C. serratus* ne sont pas encore tout à fait élucidés. Malgré quelques décalages phénologiques entre les *Caesalpinaceae* sauvages et l'arachide, les coïncidences temporelles et spatiales (observées durant trois années) fonctionnent d'une année sur l'autre; et les arachides sont contaminées quasiment dès leur exposition au champ, à des taux parfois très élevés (48 à 81 %). Cette situation est peut-être exceptionnelle, mais même à des niveaux relativement bas de pré-infestation au champ, les dégâts ultérieurs qui ne se révéleront qu'aux générations suivantes en stocks, risqueront d'être catastrophiques (voir chapitre suivant).

Chapitre VI

EVOLUTION DES ATTAQUES DE *CARYEDON SERRATUS* DANS LES STOCKS D'ARACHIDE

1). MATERIEL ET METHODES

1.1).. Stocks de 1989-90

Les arachides récoltées au champ en 1989 sur les parcelles P1 et P2, ont servi à constituer de petits stocks alimentaires de type traditionnel dans des sacs de jute non totalement étanches, et conservés durant huit mois à température ambiante au laboratoire. Les récoltes de la parcelle I sont regroupées en un seul stock. Celles de la parcelle II ont été fragmentées en 5 lots (Tab. 8):

- 4 lots correspondent aux 4 zones définies sur la parcelle; ils sont conservés à la température ambiante du laboratoire.

- le 5^{ème} lot, récolté dans la zone (ATa) est conservé dans une chambre froide à 5 °C.

Des échantillons de 32 gousses d'arachide sont prélevés au hasard chaque mois dans chacun des stocks au cours des 8 premiers mois de conservation (de décembre 1989 à juillet 1990). Les gousses sont observées et les graines disséquées pour relever : le nombre d'oeufs sur la gousse et leur stade d'incubation, les trous d'émergence de bruches et d'hyménoptères parasites; les nombres de graines, de cocons, de larves et leurs stades de développement. On détermine les nombres de graines saines et attaquées par les bruches, et leurs poids respectifs.

La taille de l'échantillon est un compromis entre les exigences statistiques (être dans le cadre des "grands échantillons") et les contraintes techniques (analyse simultanée de tous les lots).

1.2).. Stocks de 1990-91

Nous voulions simuler de petits stocks "paysan" maintenus durant cinq mois en sacs étanches, et destinés à la conservation de semences de décembre à mai. Des lots sont constitués (comme en 1989-90) à partir des gousses d'arachides récoltées dans chacune des zones décrites dans chacune des parcelles P1 et P2 (Tab. 9).

Nous voulions examiner à partir de quel niveau minimum d'infestation au champ, la

Tableau 8 : Caractéristiques des lots d'arachide stockés en sacs au laboratoire, à partir des parcelle I et II en 1989-90.

Parcelle d'arachide (n°)	position récoltes -- (distance aux Ti(x))	notation (lots)	Date de 1er observation --- [date dernier relevé]	date de début de stockage	poids des stocks (en kg)	nombre total de gousses (*)
Parcelle I	(tous lots confondus)	P1	4/12/89 --- [18/07/90]	17.11.89	6.54	7 260
Parcelle II	sous le Ti(3)	P2(STa)	4/12/89 --- [18/07/90]	15.11.89	2.50	2 780
	autour du Ti(3) à 10 m	P2(ATa)	4/12/89 --- [18/07/90]	16.11.89	6.20	6 890
	à l'Ouest à 20 m	P2(W)	4/12/89 --- [18/07/90]	17.11.89	3.14	3 490
	à l'Est à 30 m	P2(E)	4/12/89 --- [18/07/90]	17.11.89	11.89	13 220
	autour du Ti(3)-(ch. fr. à 5°C)	C.Fr	4/12/89 --- [18/07/90]	17.11.89	27.89	30 990

(*): le nombre total de gousses par lot est estimé à partir du poids de 100 gousses de la variété utilisée (environ 90 g).

Tous les stocks ont été conservés au laboratoire jusqu'au 27 Octobre 1990, date de leurs destructions.

contamination va s'installer et se poursuivre en stocks et préciser l'influence de la pré-infestation sur l'évolution de la contamination en stocks fermés, sans possibilité de ré-infestation d'origine extérieure ou de sortie des adultes et des larves L_4 de ces stocks. Dans ces conditions, la contamination de chaque stock ne dépendra que de l'infestation initiale dans le champ et des générations ultérieures qui réinfesteront leur propre stock.

Chacun des lots d'arachide est stocké dans un sac de polypropylène tressé, dont une toile interne en plastique assure l'étanchéité. Ces stocks sont conservés à la température ambiante d'une pièce au laboratoire. La température de cette pièce suit sensiblement les fluctuations de la température extérieure. Nous avons, par ailleurs, effectué quelques séries de mesure de température et d'humidité relative dans les stocks avec un thermomètre à sonde (Annexe I, Tab I.3 et I.4, page 30).

Un seul lot d'arachide, provenant du milieu (M) de la P2 est conservé à température constante ($5\text{ }^{\circ}\text{C}$) en chambre froide durant toute la période de stockage (5 mois).

Des échantillons de 32 gousses sont prélevés mensuellement dans chaque stock; les gousses sont observées et disséquées sous la loupe binoculaire. Les observations et variables notées sont les mêmes que celles décrites pour les stocks de 1989-90.

1.3).. Variables mesurées et indices calculés

Les résultats sont interprétés par analyse graphique de l'évolution, au cours du temps, de divers indicateurs des dégâts, à savoir:

- le taux d'infestation des gousses, c'est-à-dire le pourcentage de gousses présentant des oeufs et/ou des trous d'émergence de L_4 ou d'adultes de *C. serratus*.
- le nombre moyen d'oeufs par gousse;
- le taux d'infestation des graines, c'est-à-dire le pourcentage de graines renfermant au moins une larve, ou une nymphe, ou un adulte n'ayant pas encore émergé, ou une galerie laissée vide après émergence d'une bruche;
- la perte pondérale (PP), qui est la perte en poids des graines attaquées, évaluée en pourcentage du poids total des graines de l'échantillon par la formule,

$$PP \text{ (en \%)} = \{[(x_m \times n_s) - P_s] \times 100\} / [P_s + (x_m \times n_s)]$$

x_m désigne le poids moyen d'une graine saine;

Tableau 9 : Caractéristiques des lots d'arachide stockés en sacs au laboratoire, à partir des parcelle I et II en 1990-91.

Parcelle d'arachide (n°)	position récoltes ... (distance aux Ti(x))	notation (lots)	Date de 1er observation --- [date dernier relevé]	date de début de stockage	poids des stocks (en kg)	nombre total de gousses (*)
Parcelle I	à 15 m du Ti(1)	P1(Ta)	10/01/91 --- [22/04/91]	15/11/90	1.30	1 450
	à 45 m du Ti(1)	P1(M)	10/04/91 --- [22/04/91]	15/11/90	3.41	3 780
	à 70 m du Ti(1)	P1(EX)	10/01/91 --- [22/04/90]	15/11/90	6.16	6 840
Parcelle II	sous le Ti(3)	P2(STa)	21/01/91 --- [23/04/91]	31/11/90	2.65	2 940
	à 5 m du Ti(3)	P2(ATa)	21/01/91 --- [23/04/91]	31/11/90	4.53	5 030
	au milieu à 20 m du Ti(3)	P2(M)	21/01/91 --- [23/04/91]	31/11/90	5.00	5 560
	à l'Ouest à 17.5 m du Ti(3)	P2(W)	21/01/91 --- [23/04/91]	31/11/90	5.46	6 070
	à l'Est à 45 m du Ti(3)	P2(E)	21/01/91 --- [23/04/91]	31/11/90	4.90	5 440
	au milieu (ch froide à 5 °C)	C. Fr.	21/01/91 [23/04/91]	31/11/90	32.10	35 720

(*) : le nombre total de gousses par lot est estimé à partir du poids de 100 gousses de la variété utilisée (environ 90 g).

n_a : le nombre de graines attaquées par *C. serratus*;

P_a : le poids restant des graines attaquées (une fois les bruches enlevées);

P_s : le poids total des graines saines (non attaquées par la bruche).

Dans les graphiques, l'origine zéro (0) du stockage correspond au relevé effectué le dernier jour de l'exposition des arachides au champ, observations menées juste avant le stockage. Nous avons ainsi une quantification précise de l'infestation en début de conservation.

Cependant, nous n'avons pas noté, pour les lots de 1989-90, les taux d'infestation au moment du stockage; nous l'avons donc estimé par la dernière observation réalisée au champ (10 jours avant le stockage).

Nous avons également relevé d'autres descripteurs de la contamination par *C. serratus*, qui serviront à l'interprétation de l'évolution des tendances observées :

- le nombre de trous d'émergence de bruches (larves et adultes). Signalons que leur dénombrement est biaisé après de fortes infestations, les trous de sortie déjà découpés pouvant être réutilisés par les derniers émergents;

- le nombre de fenêtres d'émergence des Hyménoptères parasites;

- le nombre de larves selon les stades de développement (L_1 , L_2 , L_3 et L_4); l'effectif de cocons et d'adultes non émergés, dans les graines et gousses.

- 2). LA CONTAMINATION DES STOCKS DE 1989 - 90

Nous avons déjà noté au chapitre III, que la durée moyenne de développement (oeuf - adulte) observée sur arachide est de 53.3 jours (± 6.70) dans nos conditions d'étude, et que des étalements importants des émergences sont observés surtout à partir de la deuxième génération (résultats non publiés).

Signalons que le premier cocon a été observé le 16/11/89, en début du stockage des arachides de P2(STa), et la première émergence du même lot le 4/12/89. Nous n'avons relevé aucun oeuf frais (ponte récente) sur les gousses à la première observation des stocks du

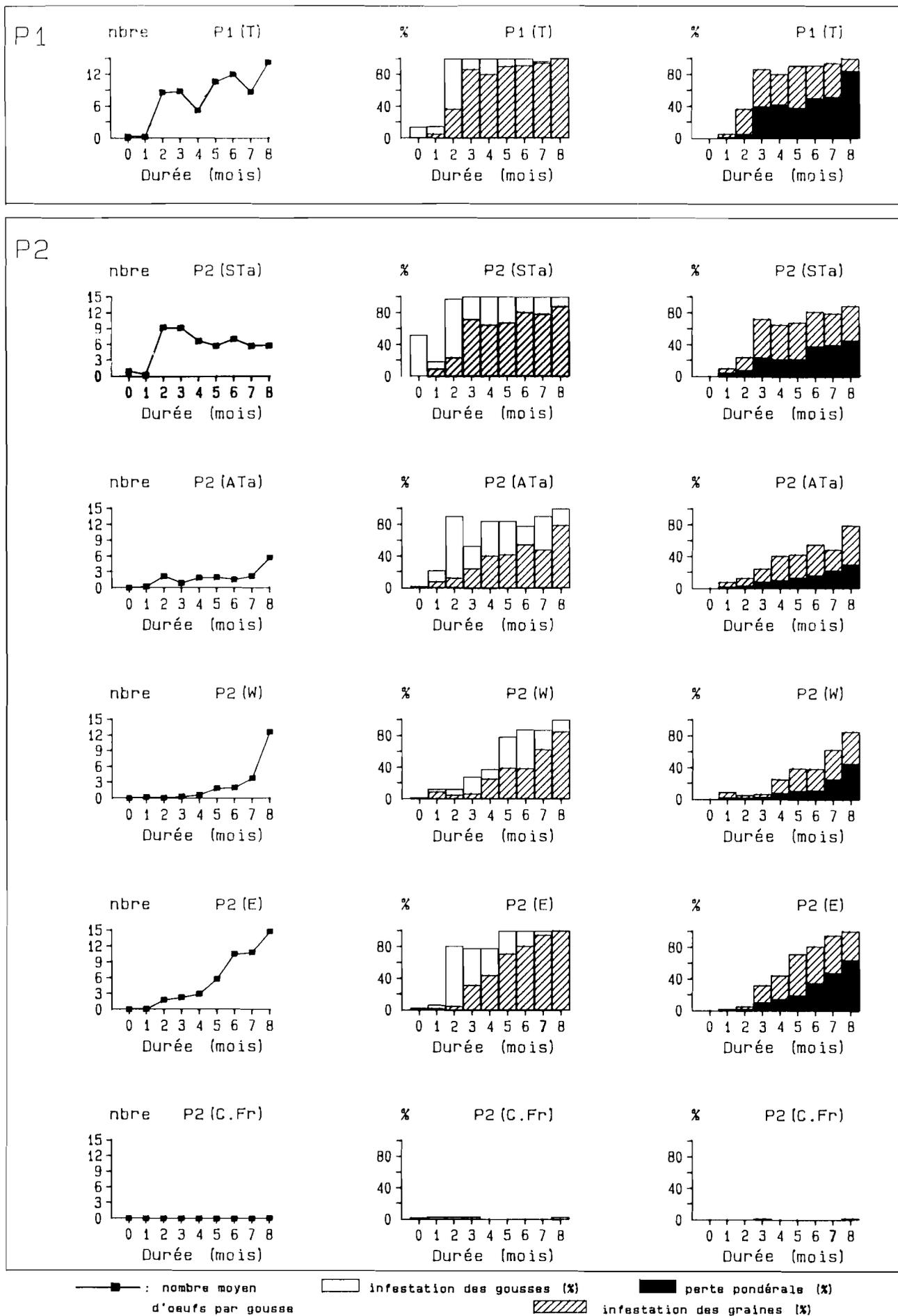


Fig. 10: Evolution des attaques de *C. serratus* dans les stocks d'arachide de 1989-90 provenant des parcelles P1 et P2: (nombre moyen d'oeufs par gousse en colonne de gauche, % d'attaque des gousses et des graines en colonne du centre, % d'attaque et de pertes pondérales des graines en colonne de droite).

4/12/89; l'infestation à cette date est identique à celle observée dans le champ. L'émergence de la première génération en stock n'est effective qu'à partir de la mi-décembre, et justifie l'importance des oeufs frais observés au relevé du 6/01/90.

2.1).. Nombre moyen d'oeufs par gousse

L'accroissement des moyennes d'oeufs par gousse s'observe dans chacun des lots constitués (Fig. 10), mais on peut distinguer plusieurs cas de figures :

- les stocks P1 et P2(STa), dont les pré-infestations sont les plus élevées, présentent un accroissement très net (de 0.2 à 9 oeufs par gousse), dès le 2^{ème} mois de stockage. Nous savons que les générations se succèdent en moyenne tous les 50 jours, et que les femelles émergées déposent leurs oeufs dans le stock. La décroissance du nombre d'oeufs, observée pour le lot P2(STa), peut être liée à des biais d'échantillonnage ou à l'augmentation, au cours du temps, des opercules d'émergence (bruches et hyménoptères) découpées sur l'enveloppe des gousses, ce qui élimine les oeufs présents sur les surfaces operculées. Le nombre maximum d'oeufs par gousse est observé dans le stock P1, avec 31 oeufs.

- le lot P2(ATa) présente un nombre initial moyen d'oeuf relativement important (0.25), mais qui se stabilise (de 0.91 à 2.25) durant les sept premiers mois de conservation, et n'augmente très sensiblement qu'au 8^{ème} mois (5.70). Des mortalités importantes de larves L₄ et d'adultes de bruches, dues à des attaques d'acariens y ont été observées.

- dans le stock P2(E) par contre, l'accroissement du nombre d'oeufs est sensiblement linéaire avec la durée de stockage (de 1.8 à 2.9). Le nombre d'oeufs est très élevé au bout de 8 mois de stockage (14.75, avec un maximum de 29 oeufs).

- dans le stock P2(W), l'accroissement n'apparaît qu'au 4^{ème} mois, avec une hausse brutale au 8^{ème} mois (12.59).

Enfin dans le stock conservé en chambre froide, aucune ponte d'oeufs de *C. serratus* n'est relevée en dehors de celle initialement déposée lors de l'exposition au champ.

2.2).. Infestation des gousses et des graines; pertes en poids

L'importance de la pré-infestation semble déterminante sur l'évolution du taux d'infestation des gousses : pour les lots les plus fortement infestés au champ, P1 et P2(STa), 100 % des gousses sont contaminées dès le 2^{ème} mois de stockage, à la première génération

d'émergence (Fig. 10). Le phénomène est moins marqué dans le stock P2(ATa).

Le stock P2(E), malgré une faible infestation initiale (estimée à 2 % au début du stockage, et 6 % le 1^{er} mois), présente une contamination quasi générale des gousses (\approx 80 %) dès le 2^{ème} mois, et totale à partir du 6^{ème} mois. Pourtant, c'est le stock le plus important (environ 13 200 gousses).

La contamination des gousses du stock P2(W) (d'environ 3 500 gousses, et 1.5 % de pré-infestation) a été lente, et n'est maximale qu'après 8 mois de conservation (100 %).

L'installation des larves dans les graines, que décrit le pourcentage d'infestation des graines, suit les mêmes tendances que celles signalées pour l'évolution du nombre moyen d'oeufs par gousse, mais sans présenter les discontinuités déjà décrites (biais liés aux fenêtres d'émergence). On peut donc supposer que la mortalité larvaire lors du passage du tégument aux graines est relativement faible, ou alors que ce facteur et le taux d'éclosion des oeufs varient dans le même sens pour tous les stocks.

Les pourcentages de perte en poids sont d'autant plus importants en début du stockage (3^{ème} mois), que la pré-infestation au champ est élevée (voir stocks P1 et P2(STa)). Les valeurs se stabilisent durant les mois 3, 4 et 5 de stockage, où nous avons noté de fortes attaques d'acariens.

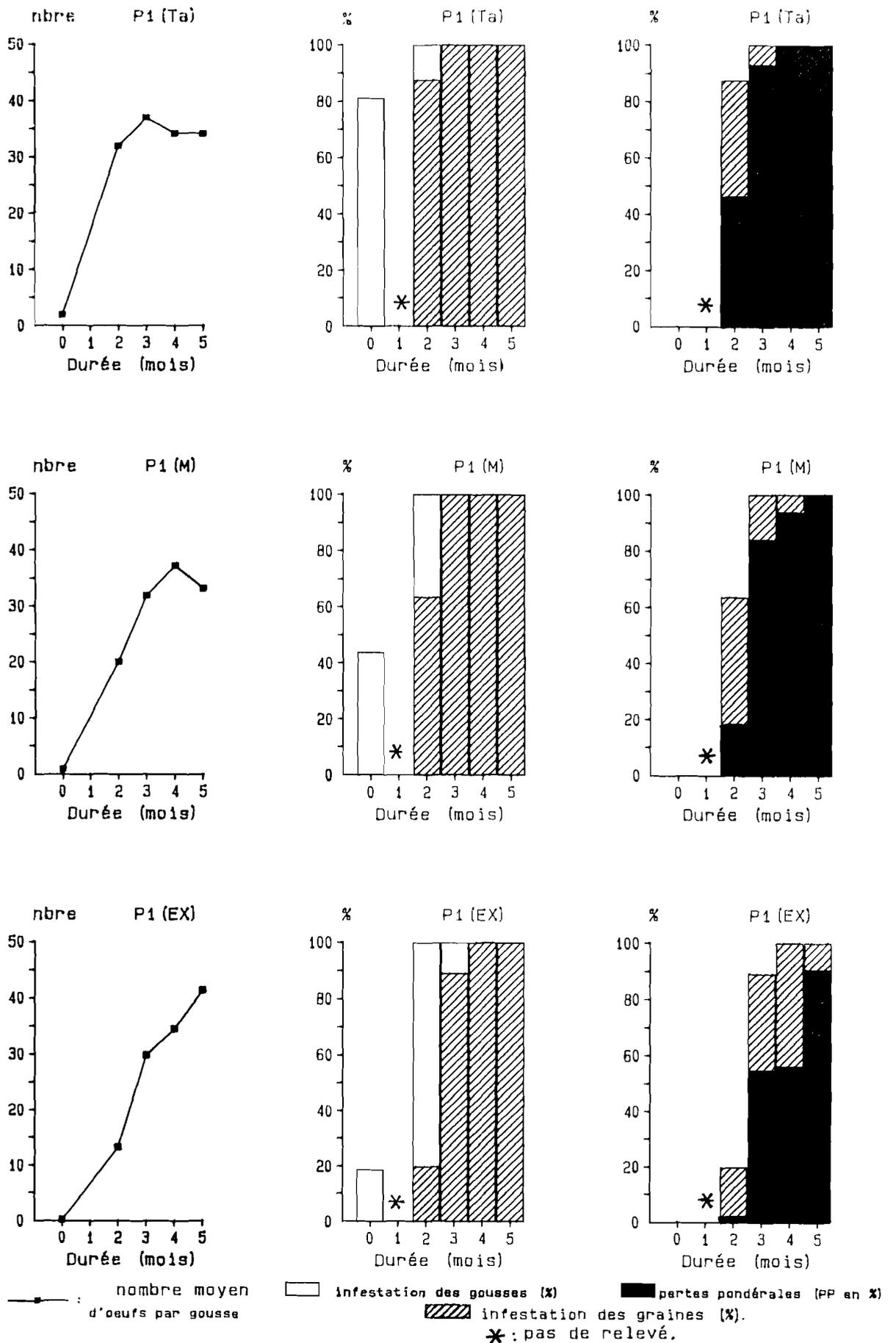
Dans le stock P2(E), la perte pondérale est progressive à partir du 3^{ème} mois de conservation, mais près de 2/3 du poids des graines est perdu au bout de 8 mois.

Enfin, malgré une pré-infestation au champ de 2 % du lot conservé à 5 °C en chambre froide, aucune évolution de l'infestation des gousses, ni des graines n'est observée. Nous n'avons pas relevé de pertes en poids de graine.

Des attaques d'acariens ont ralenti les pertes en poids dans les stocks P2(STa) et P2(W) durant les mois 4, 5 et 6. Après 8 mois de conservation, près de la moitié du poids des graines est perdue dans le stock P2(W), et seulement 1/3 dans le stock P2(ATa), mais dans ce lot 80 % des graines sont déjà contaminées.

2.3).. Discussion

Lorsque les stocks ne sont pas étanches, comme c'est généralement le cas en milieu paysan, les possibilités de sortie des bruches hors des stocks, leur dispersion d'un stock à un



*Fig. 11: Evolution des attaques de *C. serratus* dans les stocks d'arachide de 1990-91 provenant de la parcelle P1 : (nombre moyen d'oeufs par gousse en colonne de gauche, % d'attaque des gousses et des graines en colonne du centre, % d'attaque et de pertes pondérales des graines en colonne de droite).*

autre, peuvent prendre beaucoup d'importance dans l'évolution de la contamination, quel que soit le niveau de la pré-infestation. Ceci dit, l'influence d'une forte pré-infestation se fait généralement sentir dès les premiers mois de stockage, mais la dynamique d'infestation de chacun des stocks étudiés semble être différente.

Les difficultés à quantifier les sorties et entrées dans chaque stock, et les évasions hors des lieux de stockage, de même que la colonisation de certains stocks par des acariens, limitent les possibilités d'interprétation des situations observées.

Nous avons ainsi noté des reprises de contamination (accroissement significatif des taux d'attaque) des stocks par la bruche, 3 à 4 mois après des attaques d'acariens, sans que les mécanismes soient connues (infestation secondaire par les autres stocks ?, ...).

Nous avons par ailleurs observé des sorties de larves L_4 nymphosant hors des sacs, et des adultes de *C. serratus*, dont certains ont sans doute pu coloniser d'autres lots, tandis que d'autres se sont dispersés dans la pièce ou se sont échappés par les fenêtres. L'importance de ces phénomènes n'a pu être appréciée. Les tests de piégage pour dénombrer l'effectif d'adultes sortant des stocks n'ont pas été concluants, faute d'attractif préférentiel et à cause de l'activité nocturne de l'insecte. Mais les sorties d'adultes hors des stocks et des lieux de stockage ont été périodiquement observées (de janvier à octobre 1990), sans que leurs effectifs et la destination des adultes aient pu être déterminés.

3). LA CONTAMINATION DES STOCKS DE 1990-91

3.1)..Stocks de la parcelle I

3.1.1)... Nombre moyen d'oeufs par gousse

Nous remarquons que l'évolution du nombre moyen d'oeufs durant les 5 mois de stockage, est liée aux valeurs observées de pré-infestation (Fig. 11) :

- le stock P1(Ta) présente un net accroissement entre les mois 0 et 2 de stockage (de 2.0 à 32.0), puis un plateau jusqu'au 5^{ème}. Le nombre d'oeufs par gousse varie entre 3 et 112.
- dans le stock P1(M), l'accroissement est quasi linéaire du 1^{er} mois au 4^{ème}, où est atteint le maximum (37.0 ± 16.0). Les nombres d'oeufs fluctuent entre 3 et 73.

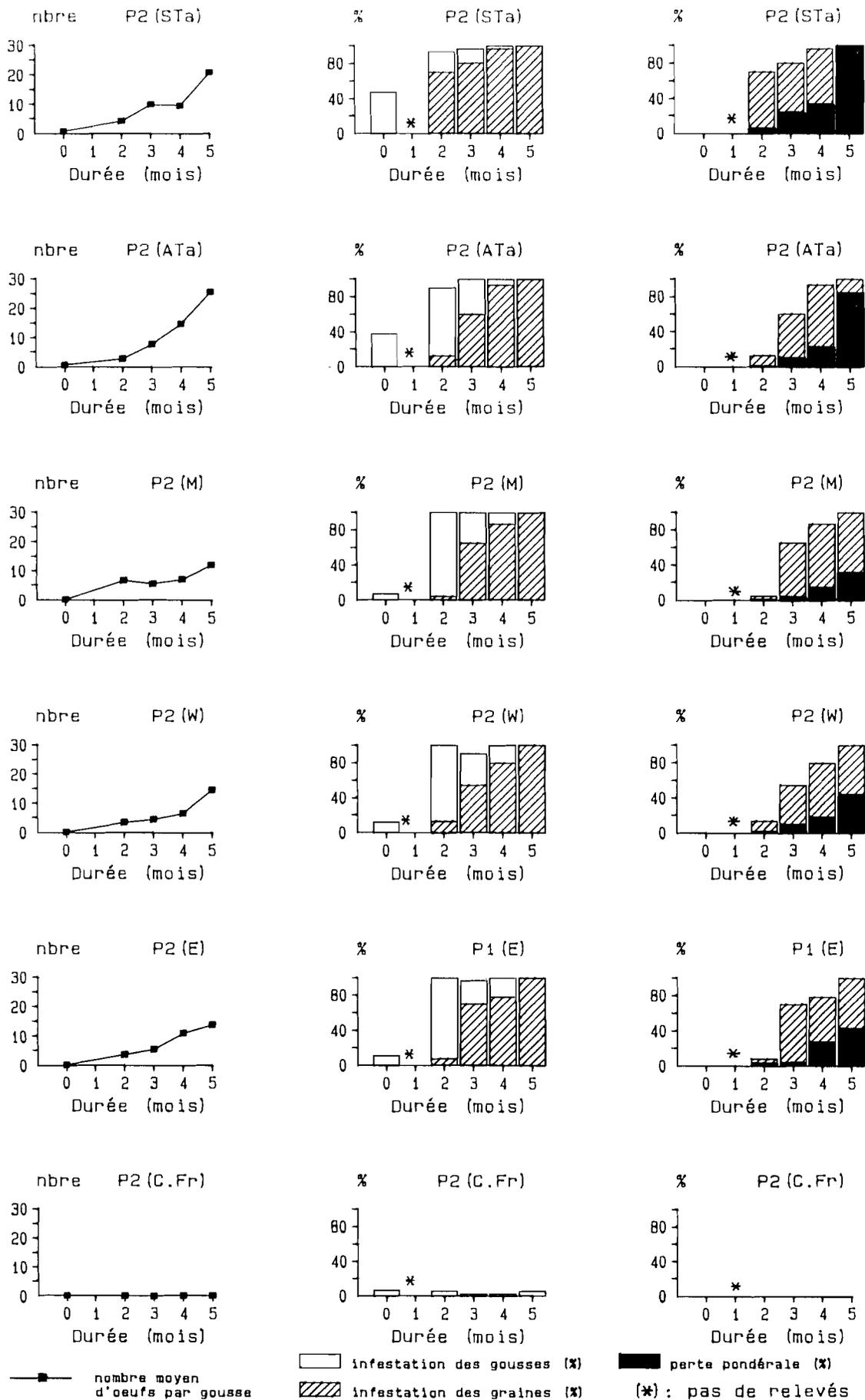


Fig. 12: Evolution des attaques de C. serratus dans les stocks d'arachide de 1990-91 provenant de la parcelle P2 : (nombre moyen d'oeufs par gousse en colonne de gauche, % d'attaque des gousses et des graines en colonne du centre, % d'attaque et de pertes pondérales des graines en colonne de droite).

- l'accroissement est par contre plus lent dans le stock P1(EX) et les valeurs maximales ne sont atteintes qu'au 5^{ème} mois (41.4 ± 14.0). Les minima et maxima sont respectivement de 2 et 84.

3.1.2)... Infestation des gousses et graines; pertes en poids

Les mêmes tendances, décrites précédemment pour le nombre moyen d'oeufs, se retrouvent avec le suivi de l'infestation des gousses et graines, et l'évolution des pertes pondérales :

- l'infestation des gousses dès le 2^{ème} mois de stockage est totale (100 %) pour tous les stocks;

- l'infestation des graines se fait d'autant plus vite que la pré-infestation au champ est élevée: dans le stock P1(Ta), nous avons 88 % au 2^{ème} mois et 100 % au troisième; pour P1(M), on relève 64 % au 2^{ème} mois et 100 % au 3^{ème} mois; la saturation du stock P1(EX) n'intervient qu'au 4^{ème} mois.

- les pertes en poids des graines suivent l'infestation des graines, avec un décalage de 1 à 2 mois.

Il n'est pas exclu que la taille réduite des stocks ait également favorisé la rapide colonisation de toutes les graines et les pertes en poids. Ainsi, dès le 4^{ème} mois la perte est totale dans le stock P1(Ta), très forte (94 %) dans le stock P1(M), mais n'atteint pas 60 % dans le stock P1(EX); ces stocks renfermaient respectivement environ 1540, 3780 et 6840 gousses.

3.2)..Stocks de la parcelle II

Tous les stocks ont sensiblement le même poids (≈ 5 Kg), mis à part le stock P2(STa) légèrement plus petit (Tab. 9).

3.2.1)... Nombre d'oeufs par gousse

On peut distinguer trois grandes tendances dans l'évolution du nombre moyen d'oeufs par gousse (Fig. 12) :

- les stocks P2(STa) et P2(ATa) dont les pré-infestations sont plus élevées (0.57 à 0.83 oeuf/gousse), présentent un accroissement progressif des pontes, les maxima n'étant atteints

qu'à l'issue des 5 mois de conservation (21 et 26). Les maxima d'oeufs relevés par gousse sont respectivement de 53 sur P2(STa) et 83 sur P2(ATa).

- les stocks P2(M), P2(W) et P2(E), montrent un accroissement du nombre d'oeufs est plus lent; les maxima d'oeufs par gousse (12 à 15) ne s'observent, qu'au 5^{ème} mois de stockage. Les valeurs maximales d'oeufs relevées sont respectivement 28, 31 et 46.

- dans le lot conservé en chambre froide, aucun accroissement de ponte n'est relevé en dehors des oeufs déjà déposés au champ.

3.2.2)... Infestation des gousses et graines; pertes en poids

Malgré les différences de pré-infestation, tous les stocks ont quasiment la totalité de leurs gousses infestée dès le 2^{ème} mois de conservation. La colonisation des graines est d'autant plus rapide que la pré-infestation au champ est élevée (Fig. 12). Cette dernière intervient presque au 4^{ème} mois pour les stocks P2(STa) et P2(ATa), et au 5^{ème} mois pour les stocks P2(M), P2(W) et P2(E).

La perte en poids des graines au bout de 5 mois est totale (100 %) dans les stocks P2(STa) et quasiment (85 %) pour le stock P2(ATa). Dans les stocks P2(M), P2(W) et P2(E), les valeurs sont respectivement de 32 %, 44 % et 45 %.

3.3).. Discussion

En stocks fermés, et pour des pré-infestations au champ importantes (19 à 81 %), l'évolution des infestations est très rapide. La contamination de toutes les graines est observée dès le deuxième mois de stockage quel que soit le poids du stock. La contamination de toutes les graines des gousses par la bruche de l'arachide est effective dès le 3^{ème} mois de conservation pour les stocks très infestés, dès le 4^{ème} mois pour les moins infestés.

Malgré des pertes pondérales relativement peu importantes dans certains stocks (32 à 45 %), la qualité des semences lors du décorticage en mai est quasi nulle: en effet, les paysans du bassin arachidier au Sénégal, déclassent toutes les graines trouées, à cause des risques de pourritures lors de la germination.

Par ailleurs, nous avons relevé, dans les stocks P2(STa) et P2(ATa) en particulier, de fortes humidités relatives dans les sacs ($\approx 100\%$ en permanence), et le développement très important au 4^{ème} et 5^{ème} mois de moisissures dues à des *Aspergillus* sp..

Signalons enfin qu'à partir du 5^{ème} mois, lorsque les stocks sont très contaminés par la bruche, nous avons vu apparaître des *Tribolium* qui vont accentuer la dégradation complète des stocks.

4). CONCLUSIONS

Les tests en stocks fermés montrent que la pré-infestation au champ des arachides par *C. serratus*, même si elle est faible, peut suffire à anéantir complètement des stocks destinés à fournir des semences en cinq mois de conservation seulement.

Ce type de stockage étanche peut favoriser le développement de moisissures à *Aspergillus* sp.. Lorsque les paysans, après déclassement des graines trouées par *C. serratus*, les grillent et les triturent en pâte d'arachide pour la consommation alimentaire, les risques d'intoxication à l'aflatoxine sont alors à redouter.

Ces pertes en semences par les paysans sont catastrophiques, surtout depuis l'instauration par le Gouvernement de la Nouvelle Politique Agricole (NPA) en 1984, qui a supprimé la distribution des semences sous forme de prêts par l'Etat. Les paysans sont ainsi obligés de conserver leurs propres stocks semenciers. Des traitements aux pesticides {PYRIMIPHOS METHYL (Actellic), DELTAMETHRINE (K-Othrine), etc...} sont parfois menés, mais sans toujours beaucoup de succès. Les paysans sont généralement mal informés dans le choix des produits et la conduite des traitements. En fait la dynamique de la contamination de *C. serratus* en stocks et l'importance au champ de la pré-infestation, ne sont pas toujours bien perçues, même par les structures d'encadrement.

Le problème de la conservation dans les stocks alimentaires est encore plus délicat. En effet, les manipulations des sacs, plus ou moins étanches, pour puiser dans les réserves,

favorisent l'évasion des adultes et leur dispersion dans la pièce de stockage. Il est clair que si les lieux de stockage sont très mal nettoyés, on peut penser, avec MATOKOT & al. (1987) qui ont observé de grandes variations de la contamination dans des stocks villageois au Congo (9.3 % à 62.8 %), que *"l'infestation initiale n'est pas absolument essentielle, puisqu'il arrive qu'elle s'éteigne, pour être relayée par la suite par des infestations secondaires provenant des greniers"*.

Nos résultats montrent cependant que les dégâts sont d'autant plus rapides que la pré-infestation est importante. Nous sommes en accord avec CONWAY (1975) qui observe dans les stocks de semences villageois, que *"l'importance des dégâts varie beaucoup, même au sein d'un même stock, dont les parois en sacs de jute freine considérablement les déplacements dans les deux sens"*. Il en déduit que *"la pré-infestation (ayant lieu principalement au champ), de même que la durée du stockage, auront des incidences sur l'infestation des stocks (le pourcentage d'attaque des gousses de 16 sacs observés est passé de 0.78 % en moyenne à 43 % à la fin de la 16^{ème} semaine)"*.

Le problème de la conservation des arachides devra donc être revu en tenant compte de la pré-infestation au champ, qui dans certains systèmes champs/légumineuses hôtes/stocks peut être très élevée (jusqu'à 80 % des gousses), et semble déterminante dans les dégradations ultérieures catastrophiques des stocks.

CONCLUSIONS GENERALES

Dans les savanes cultivées du Sénégal, la bruche de l'arachide *Caryedon serratus* est présente sur des *Caesalpiniceae* sauvages, que les paysans préservent et apprécient pour diverses raisons. Dans le site d'étude, nous l'avons observé sur *Tamarindus indica*, *Cassia sieberiana*, *Bauhinia rufescens*, *B. monandra* et *Piliostigma thonningii*.

L'étude, au laboratoire, de la biologie d'individus de souches "*T. indica*" et "*C. sieberiana*", ne fait pas apparaître de différences majeures d'après la fécondité et la production ovarienne. Cependant, lorsque des femelles sont mises en situation de choix de ponte, la moitié pond en majorité sur les graines de *T. indica*, et quelques unes pondent en majorité sur les graines d'arachide, mais nous n'avons jamais relevé une seule ponte au laboratoire sur les graines de *C. sieberiana* et de *B. rufescens*. Les durées de développement (oeuf-adulte) sont plus rapides sur *T. indica* que sur l'arachide. Nos résultats semblent montrer l'importance particulière de *T. indica* dans la biologie de *C. serratus* pour la zone d'étude considérée. Nous n'avons pas noté d'effets très significatifs de la souche, comme l'a observé ROBERT (1984), toutefois la nature du substrat de développement semble induire quelques différences, au laboratoire, dans les durées de développement.

L'observation de la phénologie des *Caesalpiniceae* hôtes indique que, les floraisons débutent généralement un mois avant les premières pluies, et se poursuivent quasiment jusqu'à la mi-saison des pluies. La maturation des gousses intervient au début de la saison sèche (novembre, décembre), et une persistance importante de gousses mûres est relevée en mars-avril. En saison des pluies (juillet à octobre) peu de gousses persistent sur les arbres et certains en sont totalement démunis. *B. rufescens* est, par contre, la seule espèce ne présentant pas cette saisonnalité: les repousses végétatives, la floraison, la formation et la maturation des gousses se poursuivent durant toute l'année. Plusieurs générations de gousses sont présentes en même temps sur l'arbuste.

Nous avons montré que le cycle de *C. serratus* est possible sur les légumineuses sauvages localisées dans le site d'étude. Nous avons observé que des *Caesalpiniceae* sauvages régulièrement suivies restent infestées par *C. serratus* d'une année sur l'autre, malgré l'absence (parfois durant 3 à 5 mois) de toute gousse sur certains arbres. Nos résultats

(obtenus sur deux années) confirment le rôle de certaines *Caesalpinaceae* sauvages comme plante-hôte, mais sans doute également comme plante refuge. Nous n'avons pas pu cependant, établir les mécanismes de survie des bruches, en particulier en période d'absence des gousses. L'existence d'une diapause, comme le proposent APPERT (1954), VARAIGNE-LABEYRIE & LABEYRIE (1981) et GAGNEPAIN *et al.* (1986, 1989), ne nous apparaît pas indispensable: une longévité assez longue (3 mois ou plus), comme l'a observée DELOBEL (1989), suffirait pour expliquer la persistance des populations.

L'estimation de la "production potentielle" de bruches par arbre révèle, que certaines espèces (*T. indica*, *C. sieberiana*) renferment un effectif très élevé en fin de saison sèche (mai et juin), contrairement à *B. rufescens* dont les effectifs de bruche sont plus élevés sur l'arbre à la fin des pluies (de novembre à mars). Nous n'avons toutefois pu préciser le rôle exact de ces diverses espèces de *Caesalpinaceae* dans la structuration des populations de *C. serratus*.

Nous avons remarqué que la maturation des gousses de *Caesalpinaceae* sauvages est beaucoup plus longue que celle des arachides cultivées. De sorte qu'à la récolte des arachides mûres en octobre, nous ne relevons quasiment pas de gousses mûres parmi ces arbres, sauf sur *B. rufescens*. Signalons cependant, que sur certains tamariniers, quelques petites gousses de 1 à 2 graines mûrissent précocément en novembre, tombent au sol sous la canopée durant l'exposition des arachides au champ. En fait, la maturation complète des gousses de *T. indica* n'a lieu qu'en mars-avril.

Malgré l'absence quasi totale de gousses persistantes sur les tamariniers observés, proches des parcelles d'arachide, nous avons relevé (deux années de suite) que les pontes de *C. serratus* débutent presque aussitôt après l'arrachage des arachides : 2 à 3 jours après sur les andains les plus proches des hôtes (0 à 15 m), puis 5 à 12 jours sur ceux les plus distantes. Dans chaque parcelle d'arachide, les zones les plus proches de ces arbres hôtes sont les plus contaminées par la bruche; cet effet se mesure sur des distances assez courtes, de l'ordre de la dizaine de mètres. Nous avons noté également que les taux d'attaque augmentent lorsque le temps d'exposition au champ est prolongé.

La contamination des gousses des tamariniers voisins des parcelles d'arachide est toujours plus faible que celle des gousses d'arachide provenant des andains les plus proches de ces arbres. Il faut noter qu'elles ne sont pas au stade le plus propice. Cependant, après l'enlèvement des récoltes du champ, la contamination va se poursuivre sur les gousses de

tamarinier au fur et à mesure de leur maturation complète en avril.

Nous n'avons cependant pas exclu tout à fait l'hypothèse d'une migration d'adultes échappés des stocks d'arachide. Il nous a semblé que les attaques observées sur la parcelle la plus proche de nos stocks, n'étaient pas uniquement dues aux bruches émergées des gousses de l'arbre le plus voisin. Cette hypothèse renforcerait le rôle de refuge des arbres, qui nous a semblé un phénomène à ne pas négliger.

Nous ne sommes pas arrivés à des résultats concluants avec les marquages, lâchers et recaptures des bruches, mais nous pensons que c'est un aspect des recherches à mettre au point et à réaliser dans les travaux ultérieurs.

Après des expositions de 25 à 31 jours de la récolte au champ, nous avons relevé des taux d'infestation par la bruche parfois très élevés (48 à 81 %). C'est dire l'importance que peut revêtir ces attaques en plein champ, quand on sait que même à des niveaux relativement bas de pré-infestation, les dégâts ultérieurs de *C. serratus* qui ne se révéleront qu'aux générations suivantes en stocks, risqueront d'être catastrophiques.

Précisons que les difficultés à mener des observations directes dans la nature sur les bruches adultes, à cause de l'activité nocturne de l'insecte, nous ont empêché d'élucider certains aspects de la biologie dans la nature.

La simulation au laboratoire des stocks paysans où l'on a contrôlé la pré-infestation et le type de stockage (hermétique ou non), montre que chaque stock semble constituer un cas particulier. Toutefois, autant la pré-infestation est élevée, autant la dégradation totale du stock intervient plus tôt au cours du stockage. Cependant, même de faibles valeurs de pré-infestation relevées au champ suffisent à provoquer de fortes contaminations, en dehors de tout autre source d'infestations.

De plus, une conservation en sacs étanches présente l'inconvénient de favoriser le développement de moisissures à *Aspergillus*, dont les risques d'intoxication par sécrétion d'aflatoxine sont toujours redoutés.

Ces pertes de graines alimentaires ou semencières peuvent se révéler catastrophiques pour le paysan, surtout depuis que le Gouvernement a instauré une nouvelle politique agricole (en 1984) qui les obligent à conserver leurs propres semences.

Il faut remarquer qu'en fait, nos enquêtes auprès des cultivateurs locaux nous ont confirmé que les risques éventuels d'une contamination des arachides au champ, n'étaient

absolument pas perçues. Au contraire, les diverses espèces de *Caesalpinaceae* présentes dans les paysages culturels sont particulièrement appréciées pour diverses raisons (ombrage, consommation par l'homme ou le bétail, fertilisation des sols, utilisation des fibres, usage dans la pharmacopée traditionnelle, etc...). Il n'est donc pas envisageable de supprimer ces arbres.

Ceci dit, la prise en compte de l'incidence des *Caesalpinaceae* hôtes sur la dynamique de contamination des arachides pourrait aider à mieux raisonner la lutte contre *C. serratus*.

Dans le contexte culturel de l'arachide que nous avons étudié, les tamariniers qui sont généralement voisins des parcelles cultivées, constituent le réservoir et/ou le refuge pour *C. serratus* le plus important. Ce n'est probablement pas toujours le cas, dans toute la zone du bassin arachidier du Sénégal ou en Gambie, où selon les localités, telle ou telle espèce prédomine dans les paysages culturels. CONWAY (1975) indique par exemple qu'en Gambie (en domaine soudano-guinéen), c'est *Piliostigma thonningii* l'hôte principale et qui domine au voisinage des champs.

Quel que soit l'espèce incriminée, nous pouvons toujours proposer quelques recommandations de type culturel, qui permettraient d'empêcher ou d'atténuer la pré-infestation des récoltes :

- éloigner le plus loin possible les arachides des *Caesalpinaceae* hôtes potentiels de *C. serratus* lors de la période de séchage en plein champ;
- raccourcir cette période le plus possible, en évitant une exposition trop longue en plein champ. Diverses techniques locales, valorisant au mieux l'abondante énergie solaire disponible sous les tropiques, seraient réalisables.

Enfin, l'analyse et la discussion des résultats obtenus confirment bien l'importance du contexte de culture et de stockage sur le cycle dans la nature de *C. serratus*. Ceci renforce l'idée de LABEYRIE (1981), "*they cannot be a local protection without studying the ecological condition beforehand. Indeed trying to economize in that field always proves to be expansive*".

Par ailleurs, d'autres aspects devront être précisés, en particulier le rôle des stocks dans la ré-infestation des *Caesalpinaceae* hôtes sauvages, et l'importance de chacune des espèces dans la structuration des populations de bruches. Ceci dit, beaucoup de précautions s'imposent quant à la généralisation de nos résultats.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.

- ADAMS J.G., BRIGAUD F., CHARREAU C. et FAUCK R. (1965). Connaissance du Sénégal. Fasc. 3: climat - sols - végétation; étude sénégalaise n° 3, C.R.D.S. 214 p.
- ALZOUMA I., HUIGNARD J. & LEROI B. (1985). La ponte de *Bruchidius atrolineatus* PIC (*Col. Bruchidae*) au cours de la maturation de *Vigna unguiculata* WALP et ses conséquences sur le développement. Ann. Soc. Ent. Fr., 21 (2): 207-217.
- ANONYME (1982). Caractéristiques des variétés d'arachide actuellement recommandées au Sénégal. Doc. ronéo CNRA BAMBEY (ISRA, Sénégal): 12 pp.
- APPERT J. (1954). La bruche de l'arachide. Annales du Cent. Rech. Agro. Bambey n° 13, p. 181-190.
- APPERT J. (1957). Les parasites animaux des plantes cultivées au Sénégal et au Soudan. (Gouv. Gen. A.O.F.) 272 p.
- APPERT J. (1985). Stockage des produits vivriers et semenciers. Ed. Maisonneuve et Larose, Paris, Techn. d'agron. Trop., 113 p.
- BELINSKY A., KUGLER J. (1978). Observations on the biology and host preference of *Caryedon serratus palestinicus* (*Coleoptera, Bruchidae*) in Israel. Israel J. Entomol. vol. XII, p. 19-33.
- BIEMONT 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 d'*Acanthoscelides obtectus*. Ann. Soc. Ent. Fr. 15(1): 93-99.
- BOUCHER L. & HUIGNARD J. (1987). Transfer of mâle secretions from the spermatophore to the femelle insect in *Caryedon serratus* OL.: Analysis of the possible trophic rôle of these secretions. J. Insect Physiol., vol. 33(12): 949-957.
- BOUCHER L. & PIERRE D. (1988). Etude du rythme d'accouplement chez *Caryedon serratus* (*Coleoptera: Bruchidae*) en condition d'élevage et en conditions naturelles. Anns Soc. ent. Fr. (N.S.) 1988, 24 (2): 151-159.
- BOUFIL F. (1938). Etudes entreprises sur la bruche de l'Arachide. Doc. C. Rech. Agron. Bambey; 12 pp.
- CANCELA DA FONCECA J.P. (1962). Studies on the larval competition on the bruchids beetle *Caryedon gonagra* (FAB.). Garcia de Orta (Lisboa), vol. 12 (4): 633-644.

- CANCELA DA FONSECA J.P. (1964). Oviposition and Length of adult life in *Caryedon gonagra* F. (Coléoptère *Bruchidae*). Bull. of Entom. Reseach., vol. 55(4): 698-707.
- CONWAY J.A. (1975). Investigation into the origin, development and control of *Caryedon serratus* OL. (Coleoptera, *Bruchidae*) attacking stored groundnuts in Gambia. Proc. 1 Int. Conf. Stor. Prod. Entom. Savannah (Georgie), 554-566.
- CREDLAND P.F. (1990). Biotype variation and host change in bruchids: causes and effects in the evolution of bruchid pests. K. Fujii et al. (eds), *Bruchids and Legumes coll.*, 271-287.
- DAVEY P.M. (1958). The groundnut Bruchid, *Caryedon gonagra* (F.). Bull. of the Entomological Research n° 49: 385-404.
- DECELLE J. (1966). *Bruchus serratus* OL., 1790, espèce-type du genre *Caryedon* SCHÖNHERR, 1823 Rev. Zool. Bot. Afr. LXXIV, 1-2, p. 169-173.
- DECELLE J. (1981). *Bruchidae* related to grain legumes in the Afro-Tropical area. Ser.Entomol. Vol. 19: Ed. by V. Labeyrie, Junk Publishers, p. 197-201.
- DECELLE J. (1987). Les Coléoptères *Bruchidae* nuisibles aux légumineuses alimentaires cultivées dans la région afrotropicale. From "les Légum. aliment. en Afrique", Ed. AUPELF, p. 188-200.
- DELOBEL A. (1989). *Uscana caryedoni* (Hym.: *trichogrammatidae*): Possibilité d'utilisation en lutte biologique contre la bruche de l'arachide, *Caryedon serratus* (Col. *Bruchidae*). Entomophaga 34(3): 351-363.
- DELOBEL A. (1989). Influence des gousses d'arachide (*Arachis hypogea*) et de l'alimentation imaginale sur l'ovogénèse, l'accouplement et la ponte chez la bruche *Caryedon serratus* OL.. Entom. exp. appl. 52: 281-289. Kluwer Academic Publishers.
- DELVARE G. (1988). Révision des *Eurytoma* (Hym.: *Eurytomidae*) d'Afrique occidentale décrits par RISBEC. Annls Soc. Ent. Fr. (N.S.) 1988, 24 (2): 117-149.
- DIEHL S.R. & BUSH G.L. (1984). An evolutionary and applied perspective of insect biotype. Ann. Rev. Entomol., 29: 471-504.
- FRIENDSHIP R. (1974). A preliminary investigation of field and secco infestation of Gambian groundnuts by *Caryedon serratus* (OL.). Tropical Products Institute, L38 : 14 pp.
- FUTUYMA D. J. (1986). Evolutionary Biology (second edition). Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.

- GAGNEPAIN C. & RASPLUS J.Y. (1989). *Caryedon serratus* and its parasitoids in the savanna around Lamto, Ivory Coast. *Entomophaga* 34 (4): 559-567.
- GAGNEPAIN C., GILLON Y. & LEROUX J.-M. (1986). *Caryedon serratus* (Col. *Bruchidae*), principal insecte consommateur des gousses de *Piliostigma thonningii* (*Caesalpinaceae*) en savane de Lamto (Côte d'Ivoire). *Annls Soc. Ent. Fr. (N.S.)* 1986, 22(4): 457-467.
- GILLIER P. & BOCKELEEE-MORVAN A. (1979). La protection des stocks d'arachide contre les insectes. *Oléagineux*, Vol. 34, n° 3, mars 1979, p. 131-136.
- GREEN A. A. (1959). The control of insects infesting groundnuts after harvest in the Gambia. I. A study of the groundnut borer *Caryedon gonagra* (F.) under field conditions. *Tropical Science*, 1 (3): 200-205.
- HUBERT B. (1977). Ecologie des populations de rongeurs de *Bandia* (Sénégal) en zone sahélo-soudanienne. *La terre et la Vie*, vol. 31: 33-100.
- HUIGNARD J. (1976). Interactions between the host-plant and mating upon the reproductive activity of *Acanthoscelides obtectus* females. *Symp. Biol. Hung*, 16, 101-108.
- HUIGNARD J. & BIEMONT J.C. (1978). Comparison of four Populations of *Acanthoscelides obtectus* (*Coleoptera: Bruchidae*) from different colombian ecosystems. *Oecologica (Berl.)* 35, 307-318 (1978).
- HUIGNARD J. & BIEMONT J.C. (1979). Vitellogenesis in *Acanthoscelides obtectus* (*Coleoptera, Bruchidae*). II. The condition of vitellogenesis in a strain from colombia. Comparative study and adaptative significance. *Int. J. Reprod.* 1: 233-244.
- JARRY M. (1984). Histoire naturelle de la bruche du haricot dans un agrosystème du Sud-ouest de la France. Contribution à l'étude de la structure et de la dynamique des populations d'*Acanthoscelides obtectus*. Thèse d'Etat Univ. Pau et des Pays de l'Adour n° 47, 182 pp.
- JARRY M. (1987). Les insectes phytophages ont-ils des "stratégies" pour exploiter les ressources végétales? Quelques réflexions à propos du cas de la bruche du haricot *Acanthoscelides obtectus* (Col. *Bruchidae*). *S.F.E.C.A.*, 1987, t. 2, 1: 197-200.
- JARRY M. (1987). Dynamique de la contamination des graines de *Phaseolus vulgaris* par la bruche du haricot *Acanthoscelides obtectus* SAY dans un stock: quelques éléments pour la protection des récoltes de haricot. In *Les Légumineuses alimentaires en Afrique*, Aupelf Public.: 230-238.
- JARRY M. & CHACON A. (1983). Influence de la durée d'exposition des gousses mûres de *Phaseolus vulgaris* sur la distribution des pontes d'*Acanthoscelides obtectus* en plein

- champ. Ent. exp. & appl. 33, 213-219.
- JARRY M., DEBOUZIE D. & CHACON A. (1987). Influence de quelques variables liées à la plante *Phaseolus vulgaris* sur la ponte d'*Acanthoscelides obtectus* dans la nature. Entomol. exp. appl. 43: 105-113, Dr W. Junck Publishers, Dordrecht.
- JOHNSON C.D. (1986). *Caryedon serratus* (OLIVIER) (*Bruchidae*) established in northern southern America which additional host and locality recorded from Mexico. The Coleopterist bulletin 40(3), 1986, p. 264.
- JOHNSON C.D. & KINSOLVER J.M. (1981). Checklist of the *Bruchidae* (*Coleoptera*) of Canada, United States, Mexico, Central America, and the west Indies. The Coleopterists Bulletin 35(4), 1981, p. 409-422.
- KARHARO J. & ADAM J.D. (1974). La pharmacopée sénégalaise traditionnelle. Plantes médicinales et toxiques. Ed. Vigot frères, Paris (1974); 480 pp.
- KINGSOLVER J.M. (1970). Insects not known to occur in the continental United States groundnut Bruchid, *Caryedon serratus* (OLIVIER) 1/. U.S. Dept. Agr. Coop. Econ. Ins. Rpt. 20(18): 303-304.
- LABEYRIE V. (1957). Influence des techniques de récolte des haricots secs sur l'intensité des attaques d'*Acanthoscelides obtectus*. C.R. Acad. Agric. Fr., 43: 138-140.
- LABEYRIE V. (1969). Influence des stimuli extérieurs sur la gamétogénèses des insectes. Coll. CNRS, Ed. CNRS 189: 422 pp.
- LABEYRIE V. (1977). Environnement sensoriel et coévolution des insectes (In Comportement des insectes et milieu trophiques). V. Labeyrie Ed., coll. int. CNRS 265, 493 p.
- LABEYRIE V. (1978). The significance of the environment in the control of insect fecundity. Ann. Rev. Entomol., 23, 69-89.
- LABEYRIE V. (1981). Ecological problems arising from weevil infestation of food legumes. Series Entomol., Vol. 19 : Ed. by V. Labeyrie, Junk Publishers, 1981.
- LARSON A.O. & FISHER C.K. (1938). The bean weevil and the southern cowpea weevil in California. Publ. USDA tech. bull. 593: 1-70.
- MASSALY F. (1986). La production de semences d'arachide par l'Institut Sénégalais de Recherche Agricole (ISRA): Situation actuelle et perspectives. Doc. ISRA-CNRA Bambey (Sénégal): 10 pp.

- MATOKOT L., MAPANGOU-DIVASSA S. & DELOBEL A. (1987). Evolution des populations de *Caryedon serratus* OL. (Coleoptera: Bruchidae) dans les stocks d'arachide au Congo. L'Agronomie Tropicale 1987, 42 (1): 69-74.
- MESSINA F.J. (1987). Genetic contribution to the dispersal polymorphism of the cowpea weevil (Coleoptera, Bruchidae). Ann. Entomol. Soc. Am., 80: 12-16.
- MUKERJI S. & M. G. RAMDAS MENON (1957). The taxonomic position of *Caryedon fuscus* (Goeze), *C. gonager* (Fabricius) and *C. languidus* (Gyllenthal) (Coleoptera: Bruchidae) based on the genitalia. Proc. R. Ent. Soc. Lon. (B)26. Pts. 5-6. (June, 1957), pp. 103-106.
- NDIAYE A. (1981). Biologie de la bruche de l'arachide, *Caryedon serratus* OL.; effets des rayons X sur la femelle. Thèse 3ème cycle, Univ. Paris-Sud Orsay, n° 2971, 135 pp.
- PAJNI H.R. & MANN B.K. (1979). Some aspects of *Caryedon serratus* (OL.), (Coleoptera, Bruchidae). Bull. of Grain Technology; vol. XVII n° 1 April 1979. p. 43-47.
- PEHAUT Y. (1976). Les oléagineux dans les pays d'Afrique occidentale associés au marché commun. Ed. H. Champion Paris, 890 pp.
- PFAFFENBERGER G.S. (1984). Description of first instar larva of *Caryedon palestinicus* SOUTHGATE, new status (Coleoptera: Bruchidae). The Coleopterists Bulletin, 38(3): 220-226.
- PIERRE D. (1987). Analyse de l'évolution des populations de *Caryedon serratus* (OL.) Coléoptères Bruchidae sur *Bauhinia rufescens* (LAM) au Niger. Coll. AUPELF Légumineuses alimentaire Niamey: 246-251.
- PIERRE D. & PIMBERT M. (1981). Some data on the reproductive activity of *Zabrotes subfasciatus* in the laboratory; In "the ecology of bruchids attacking legumes (Pulses)", 113-123, V. Labeyrie Ed. Junk publ., The Hague, 233 p.
- PIMBERT M. (1983). Etude préliminaire en laboratoire et dans la nature (à Costa Rica) de l'activité reproductrice de *Zabrotes subfasciatus* BOH. (Col., Bruchidae) en présence de 2 plantes hôtes (*Phaseolus vulgaris* cultivé & *P. lunatus* sauvage). Thèse 3ème cycles Univ. Tours, 1983, 200 p.
- PIMBERT M. (1985). Comparaison des comportements de ponte de *Zabrotes subfasciatus* en présence de gousses et de graines de *Phaseolus vulgaris* L.. Biol. Behav. 10: 309-319.
- POINTEL J.-G. & YACIUUK G. (1979). Infestation par *Caryedon gonagra* F. (Coleoptera: Bruchidae) de stocks expérimentaux d'arachides en coque au Sénégal et températures observées. Zeitschr. für angew. zoologie, 66 Jahrgang Zweites Heft: p. 185-198.

- POLLET A. (1982). Les insectes ravageurs des légumineuses à graines cultivées en Côte d'Ivoire (soja, niébé, arachide). II. Premiers éléments de caractérisations pour les régions centrales. Doc. ronéo ORSTOM Bouaké, 83 pp.
- POUZAT J. (1977). Effets des stimulations provenant de la plante-hôte, le haricot, *Phaseolus vulgaris* L., sur le comportement de la ponte de la bruche du haricot, *Acanthoscelides obtectus* Says. *Comport. Insectes et milieu trophique*, V. Labeyrie Ed., 115-131.
- PREVETT P.F. (1965). The Genus *Caryedon* in northern Nigeria, with descriptions of six new species (*Col. Bruchidae*). *Ann. Soc. Ent. Fr. (N.S.)*, I(3) 1963, pp. 523-547.
- PREVETT 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. (A)*. 41(1-3). pp. 9-16.
- PREVETT P.F. (1966). A New genus and species of *Pachymerinae* (*Coleoptera: Bruchidae*) from south America. *Proc. R. ent. Soc. Lond.(B)*. 35(5-6). pp. 81-83.
- PREVETT P.F. (1967). Observations on the biology of six species of *Bruchidae* (*Coleoptera*) in Northern Nigeria. *Entomologist's Monthly Magazine*, May 1967, p. 174-180.
- PREVETT P.F. (1967). Notes on the biology, food plants and distribution of Nigerian *Bruchidae* (*Coleoptera*), with particular reference to the northern region. *Bull. of the Entomol. Soc. Nigeria*, vol. 1 Dec. 1967, p. 3-6.
- PREVETT P.F. (1967). The larva of *Caryedon serratus* (OL.): The groundnut seed beetle (*Coleoptera: Bruchidae*) *J. Stored Prod. Res.*, 1967, pp. 117-123.
- PREVETT P.F. (1967). The field occurrence of *Caryedon serratus* (OL.), the groundnut seed beetle (*Coleoptera, Bruchidae*), in Uganda. *J. Stored Prod. Res.*, vol. 3: 267-268.
- 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 Doctorat (Entomologie) Univers. Orsay-Paris XI, 437 pp.
- RASPLUS J.-Y. (1990). Nouvelles espèces afrotropicales du genre *Entedon* Dalman et notes sur leur biologie. *Bull. Soc. Ent. Fr.*, 94 (7-8), 1990.
- RASPLUS J.-Y. (1988). Description de deux nouvelles espèces du genre *Anisopteromalus* Rutschka. Clé des espèces afrotropicales. *Bull. Soc. Ent. Fr.*, 93 (3-4), 1988.
- RISBEC J. (1950). La faune entomologique des cultures au Sénégal et au Soudan français. *Gouv. Gén. A.O.F.*, pp. 332-347; 870 p.

- ROBERT P. (1984). Contribution à l'étude de l'écologie de la bruche de l'arachide *Caryedon serratus* (OL.) Coléoptère *Bruchidae*, sur ses différentes plantes hôtes. Thèse 3ème cycle, Université de Tours, 122 pp.
- ROBERT P. (1985). A comparative study of some aspects of the reproduction of three *Caryedon serratus* strains in the presence of its potential host plants. *Oecologica* (Berlin) 1985, 65: 425-430.
- ROBERT P. & NUTO Y. (1982). Host plant changes in several populations of *Caryedon serratus* OL.. Proc. 5th Int. Symp. Insect-Plant Relationships, Wageningen, p. 441.
- SAGOT B. & BOUFIL F. (1936). Etude sur la bruche de l'Arachide (*Pachymoerus acaciae*). Bull. Comité Etudes Historiques et Scientif. AOF, vol. 18(1): 79-91.
- SOUTHGATE B.J. & POPE R.D. (1957). The groundnut seedbeetle, a study of its identify and taxonomy position. *Ann. Mag. nat. Hist.*, 10: 669-672.
- SOUTHGATE B.J. (1976). A new subspecies of *Caryedon* (*Coleoptera*, *Bruchidae*) from Middle East. *Israel J. Zool.* 25: 194-198.
- UTIDA S. (1981). Polymorphism and phase dimorphism in *Callosobruchus*. V. Labeyrie Ed., Coll. Tours, Dr Junk Publishers, The Hague, 143-149.
- VARAIGNE-LABEYRIE C. & LABEYRIE V. (1981). First data on *Bruchidae* which attack the pods of legumes in Upper Volta of which eight species are man consumed. *Sér. Ent.* Vol. 19, 83-94, Ed. by V. Labeyrie, Junk Publishers 1981.
- VIEIRA DA SILVA J. (1988). Amélioration et physiologie de l'arachide en région semi-aride. Coll. FIS, Madagascar, 113-120.

BIBLIOGRAPHIE CONSULTEE.

- BAL A.B., BA A., GAIKWAD D.G., MARTIN M. & SECK D. (1987). Les ennemis de l'arachide au Sénégal. Symp. lutte intégr. & cons. envir. (AAIS/AAE) Dakar déc. 1981; 14 pp.
- BERHAUT R.P. (1976). Flore illustrée du Sénégal Claire Afrique, tome IV et V.
- BIRCH N., SOUTHGATE B.J. & FELLOWS L.E. (1985). Wild and semi-cultivated legumes as potential sources of resistance to bruchid beetle for crop breeder: a study of *Vigna / Phaseolus*. Plants of arid lands, Royal Botanic Garden, Kew, 1985. pp. 303-320.
- BOCKELEEE-MORVAN A. (1988). Recherche agronomique sur l'arachide en Afrique; défense des cultures et technologie. Coll. FIS, les légumineuses à graines, Madagascar 1988: p. 65-76.
- 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*). La Terre et la Vie, Vol. XXIX, 1975, p. 71-76.
- CENTER T.D. & JOHNSON C.D. (1984). Coevolution of some seed beetles (*Coleoptera: Bruchidae*) and their hosts Ecology (1974) 55: pp. 1096-1103.
- DECAUX CH. (1894). Métamorphoses du *Caryoborus tamarindi*; Coleoptère de la famille des Bruchides. Le Naturaliste, 16: 129-131.
- DUKE A.J. (1981). Handbook of Legumes of World Economic Importance. Plenum Press, New York (1981), 345 pp.
- ESNST W.H.O., TOLSMA D.J. & DECELLE J.E. (1989). Predation of seeds of *Acacia tortilis* by Insects. Oikos 54: 294-300. Copenhagen 1989.
- FEAKIN S. D. (1983). Pest control in Groudnuts. Pans Manual n° 2; Third Edition, ODNRI (CHATHAM), 197 pp.
- GILLON Y. (1986). Coévolution cumulative et coévolution substitutive. Acta OEcologica, OEcol. Gener. 1986, 7(1): 27-36.
- GILLON Y. & GERMAIN G. (1987). Echanges de populations de ravageurs entre végétation naturelle et légumineuses alimentaires en Afrique. Actes Coll. Légumineuses Alimentaires en Afrique, p. 163-175.

- JOHNSON C.D. & SLOBODCHIKOFF C.N. (1979). Coevolution of *Cassia* (*Leguminosae*) and its seed beetle predators (*Bruchidae*). *Environmental* 1059-1064.
- LABEYRIE V. (1987). La protection des Légumineuses contre les bruches, terrain de prédilection des solutions écologiques. AUPELF Pub., 1987 (Colloque de Niamey: 201-204).
- LABEYRIE V. (1988). Recherche scientifique et recherche artistique en entomologie appliquée *Entomol. exp. appl.* 49:7 15 (1988). *Entomology*, vol. 8 (6): 7-15.
- N'KOUKA N. & N'DIOULOU D. (1987). Etude de la reproduction de deux espèces de *Bruchidae* *Caryedon serratus* (OL.) et *Caryedon congense*; Analyse des possibilités de contamination des gousses d'arachide (*Arachis hypogaea*) au Congo. Coll. AUPELF Légumineuses alimentaire en Afrique: p. 252-259.
- PATTINSON I. (1974). La conservation et l'entreposage des arachides. AGS:SF/SEN 5, F.A.O. Rome pour I.T.A., 41 p..
- PFAFFENBERGER G.S. (1985). Checklist of selected world species of described first and/or final larval instars (*Coleoptera: Bruchidae*). *The Coleopterist Bulletin*, 39(1): 1-6.
- POINTEL J.-G., DEUSE J.-P. L. & HERDANDEZ S. (1979). Evaluation et évaluation de l'infestation de stock expérimentaux d'arachides en coque au Sénégal par *Caryedon gonagra* F. (*Coleoptera: Bruchidae*). *Agronomie Tropicale* XXXIV - 2. p. 196-205.
- POLLET A. (1982). Quelques réflexions sur le développement actuel au Sénégal des légumineuses à graines cultivées. Doc. ronéo ORSTOM Bouaké, 21 pp.
- REVERSAT F. (1983). Notice et carte de végétation du site de l'INDR; In Etudes pédologiques du site de l'Institut National de développement Rural; ORSTOM (1983): p. 129. Doc. ORSTOM / INDR (1983).
- SOUTHGATE B.J. (1979). Biology of the *Bruchidae*. *Ann. Rev. Entomol.* 1979. 24: 449-473.
- STEFFAN J.R. (1981). The parasites of Bruchids. *Series Entomol.* Vol. 19: Ed. V. Labeyrie, Junk Publishers, 1981; p. 223-229.

Tableau I.3 : Données climatiques (température et humidité relative) mesurées à la sonde dans les stocks provenant de P1 et P2 en 1990-91. (relevés du 21/03/90).

Parcelle	lots de stocks	Matin (9 H.)		Midi (15 H.)		Soir (18 H.)	
		température (°C)	humidité relative %	température (°C)	humidité relative %	température (°C)	humidité relative %
P1	P1(Ta)	30	32	30	30	30	29
	P1(M)	30	36	30	35	30	36
	P1(EX)	30	38	30	35	30	35
P2	P2(STa)	29	100	30	90	31	98
	P2(ATa)	30	100	31	100	31	100
	P2(M)	30	89	31	84	31	85
	P2(E)	30	85	31	85	31	87
	P2(W)	30	93	31	88	31	89
	C. Fr. (*)	5	32	5	34	5	32
salle d'élevage		28	35	29	26	36	26

(*): erreurs sur les mesures de l'humidité relative (à cause des entrées d'air à l'ouverture de la chambre froide).

Tableau I.4 : Température et humidité relative (relevé du 20/09/91, le matin à 9 H).

Lots stockés	P1(Ta)	P1(M)	P1(EX)	P2(STa)	P2(ATa)	P2(M)	P2(E)	P2(W)	Pièce
température	26	27	28	30	29	29	29	29	29
H.R. (%)	32	39	37	97	100	84	83	93	31

ANNEXE II

ANALYSE DE LA DISTRIBUTION DE PONTES DE *CARYEDON* *SERRATUS* SUR LES GOUSSES D'ARACHIDE AU CHAMP.

L'examen des histogrammes concernant les distributions du nombre d'oeufs déposés par gousse incite à tester ces distributions par rapport au modèle poissonnien.

Nous avons regroupé les données par période de récolte (d'une semaine pour la parcelle I et d'environ 5 jours pour la parcelle II) en 1990, afin d'obtenir des effectifs suffisants. L'écart au modèle théorique est testé par un χ^2 (chi-deux) d'ajustement lorsque les conditions numériques le permettent.

Commentaire des figures II.1 et II.2

1). Dans l'ensemble, les distributions observées ne s'éloignent pas trop des distributions théoriques, sauf pour des durées d'exposition longues où l'on note une certaine concentration des pontes sur certaines gousses.

2). Il est délicat d'interpréter ces résultats en l'absence d'observations du comportement de ponte en plein champ, observations difficiles compte tenu de l'activité nocturne des adultes. Nous pouvons simplement dire que *C. serratus* n'est pas à classer parmi les *Bruchidae* qui concentrent fortement leur ponte, comme cela est le cas chez *Acanthoscelides obtectus* (JARRY, 1984) où, jusqu'à 300 oeufs peuvent être déposés dans les premières gousses venues à maturité au champ.

Parcelle I

Périodes de récoltes :

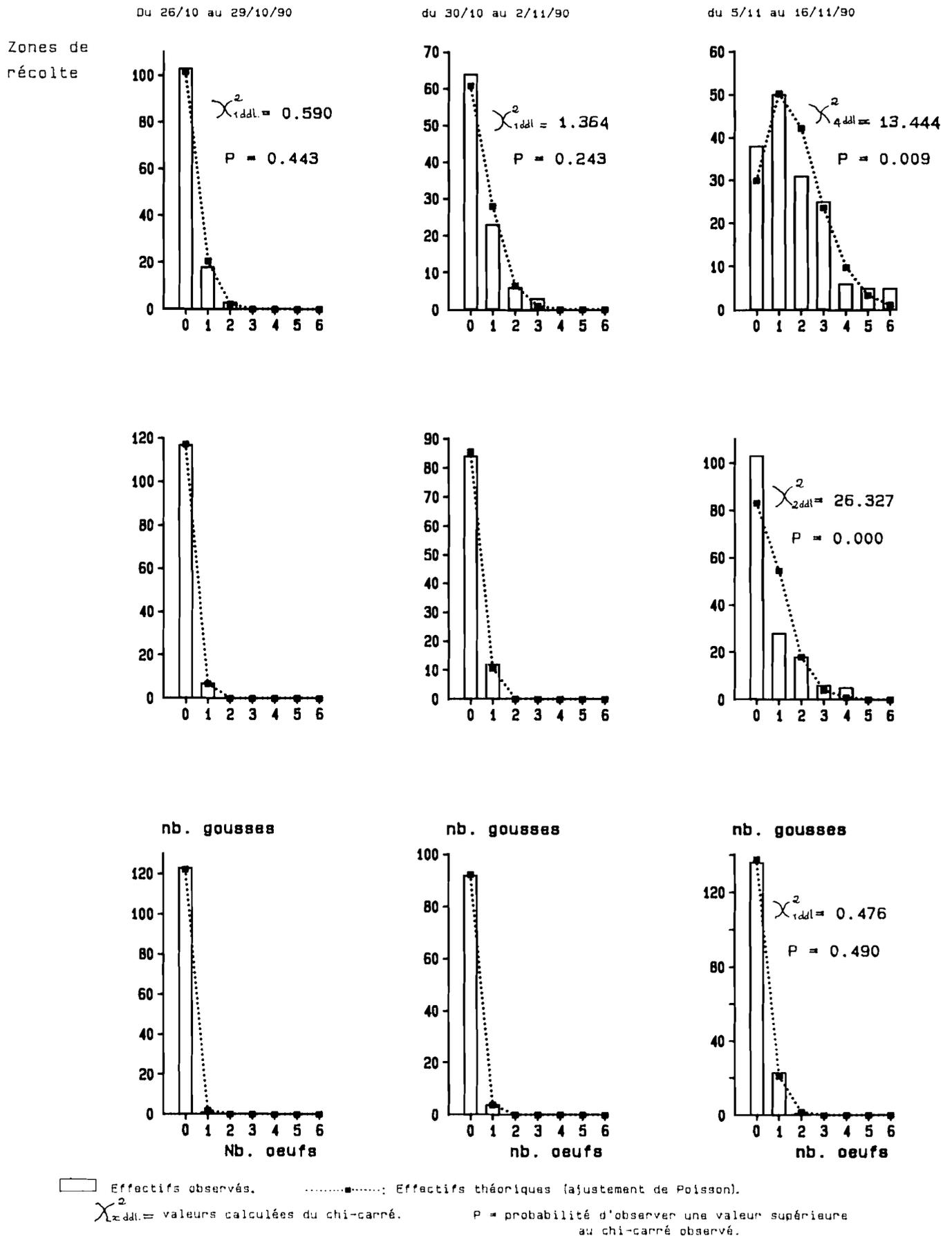


Fig. II.1: Histogrammes de la distribution du nombre d'oeufs par gousse au champ (effectifs observés et théoriques) d'échantillons de gousses de chacune des zones de récolte dans la parcelle I, et à chacune des périodes observées en 1990.

Parcelle II.

Périodes de récoltes : (1990)

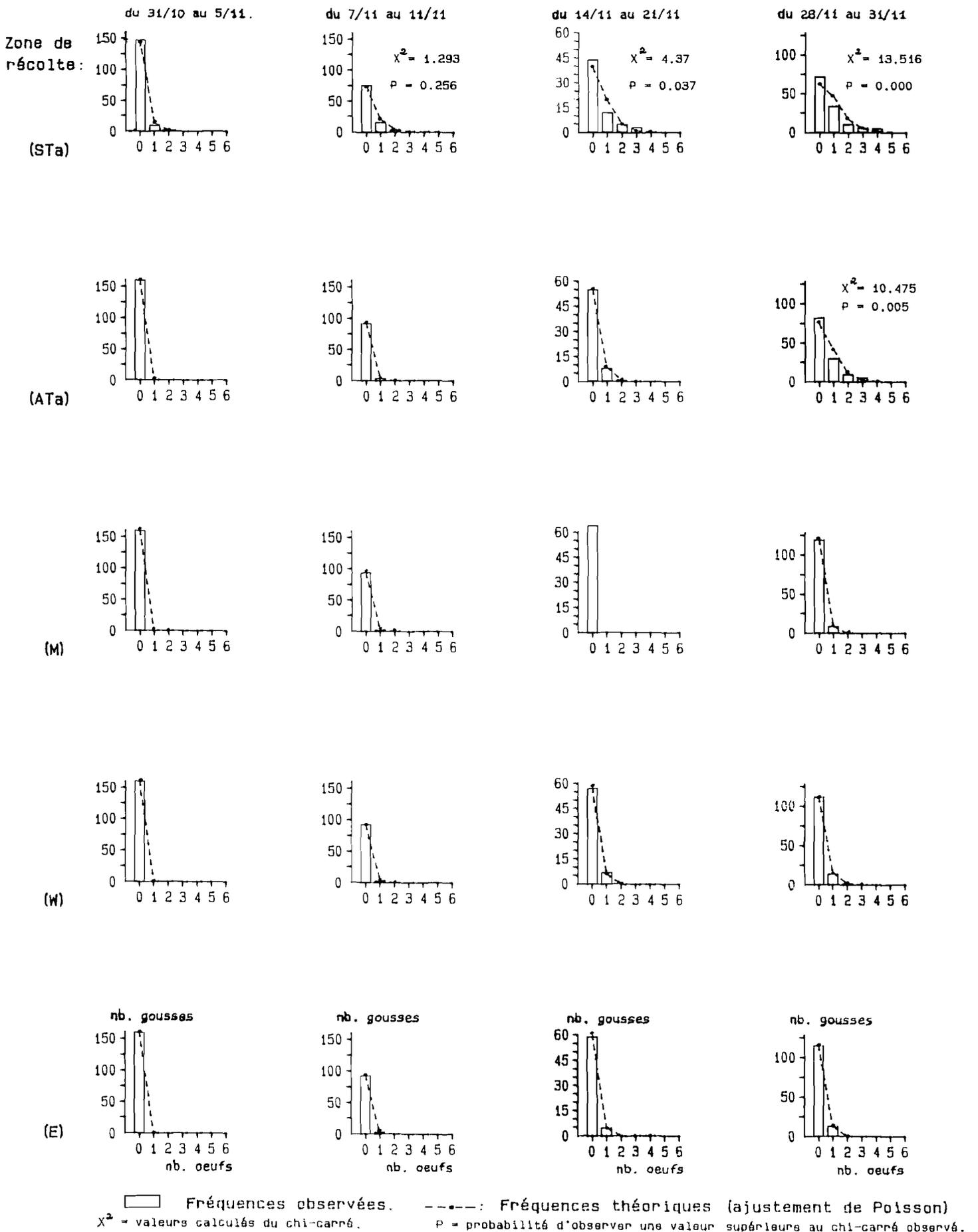


Fig. II.2: Histogrammes de la distribution du nombre d'oeufs par gousses au champ (effectifs observés et théoriques) d'échantillons de gousses de chacune des zones de récolte dans la parcelle II, et à chacune des périodes observées en 1990.

ANNEXE III
EMERGENCE AU LABORATOIRE DE *CARYEDON SERRATUS*,
D'HYMENOPTERES PARASITES ET AUTRES CLETHROPHAGES.

Commentaires du Tableau III.1:

Chez les tamariniers, les émergences d'hyménoptères parasites ne sont importants qu'en saison sèche et au début des pluies. Durant toute la saison des pluies, la majorité des émergences est constituée de charançons (que l'on n'a pas pu déterminer) et de Lépidoptères.

Chez *B. rufescens*, les charançons sont absents et les émergences d'hyménoptères sont importants après la fin des pluies (octobre à février).

Enfin, toutes les émergences d'hyménoptères proviennent quasi exclusivement du tamarinier Ti(3) (voir Fig. 2, pour la localisation), sans que les raisons nous soient précisément connues.

Commentaires du Tableau III.2:

G. DELVARE et coll. ont procédé à la détermination des Hyménoptères parasites et autres insectes émergés. Il faut cependant, signaler quelques remarques (G. DELVARE, comm. pers.) :

- les déterminations spécifiques du genre *Entedon* sont certaines, bien que l'auteur mette des points d'interrogation par précaution ! RASPLUS (1990) a récemment procédé à la révision systématique des espèces afrotropicales. L'espèce non déterminée au niveau spécifique n'apparaît pas dans son travail.

- les *Bracon* appartiennent à un genre immense, et qui n'a pas fait l'objet de révisions récentes.

- le genre *Platyspathius* présente des espèces décrites d'Afrique, mais dont les types n'ont pu être examinés pour arriver à une détermination précise.

Cependant, nous n'avons pu obtenir la détermination de Lépidoptères (teignes) à cause de leur état de conservation, et à l'impossibilité immédiate de pouvoir disposer des services d'un spécialiste.

Des Coléoptères *Curculionidae* (charançons) et *Tenebrionidae* n'ont pu être déterminés également, faute d'avoir trouvé les spécialistes compétents.

Tableau III.1: Tableau récapitulatif des émergences au laboratoire des gousses prélevées mensuellement sur les Caesalpiniacées sauvages suivies dans le site d'étude (en 1990-91).

dates de récolte des lots	nombre d'émergences par échantillons de gousses et par arbre (légende en bas)															
	T. indica Ti(1)				T. indica Ti(2)				T. indica Ti(3)				B. rufescens Br			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
25.04.90	0	3	31	3	2	0	0	0	45	5	0	0	11	1	0	0
12.05.90	2	1	16	0	2	14	5	0	9	73	17	0	2	1	0	0
13.06.90	4	0	22	2	-	-	-	-	12	13	53	2	0	3	0	0
13.07.90	3	18	44	16	-	-	-	-	5	7	69	1	3	0	0	0
21.08.90	0	0	28	21	-	-	-	-	7	1	15	3	2	0	0	1
30.09.90	*	*	*	*	-	-	-	-	*	*	*	*	8	26	3	6
19.10.90	*	*	*	*	-	-	-	-	*	*	*	*	30	9	2	4
9.01.91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	7	0	1
9.02.91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	0	0	0
11.03.91	0	0	0	0	3	0	0	0	3	4	12	1	0	0	0	0
19.04.91	0	10	1	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0

Légende: émergences, (1) = *Caryedon serratus*; (2) = Hyménoptères parasites; (3) = autres Coléoptères (*Curculionide*, *Ténébrionides*, *Anobiidae*); (4) = Lépidoptères (teignes).

(-) : ce sont les périodes d'absence de gousses sur les arbres, et sans prélèvement.

(*) : pas de récolte de gousses à cause de la floraison très abondante sur les arbres.

Tableau III.2: Listes des insectes (autres que *Caryedon serratus*) émergés de gousses de Caesalpiniacées sauvages et d'arachide conservées au laboratoire; [détermination G. DELVARE et coll., 1991, L.F.T. -CIRAD- de Montpellier).

détermination (genre / espèce)	groupe taxonomique (ordre, famille, sous-famille)	plante hôte d'émergence	date de récolte.
Entedon sp.	Hymenoptera, Eulophidae, Entedoninae	T. indica Ti(3) T. indica Ti(3)	15.05.90 14.06.90
Bracon sp.	Hymenoptera, Braconidae, Bracininae	T. indica Ti(3)	14.06.90
Entedon ? omnivorus Rasplus 1990	Hymenoptera, Eulophidae, Entedoninae	B. rufescens	25.10.90 30.11.90
Entedon sp.	Hymenoptera, Eulophidae, Entedoninae	B. rufescens	30.11.90
Platyspathius sp.	Hymenoptera, Braconidae, Doryctinae	B. rufescens B. rufescens	09.01.91 28.02.91
Bracon sp.	Hymenoptera, Braconidae, Braconinae	T. indica Ti(3) T. indica Ti(1)	11.03.91 04.05.91
Entedon ? delvarei Rasplus, 1990	Hymenoptera, Eulophidae, Entedoninae	T. indica Ti(3)	04.05.91
Tribolium cataneum (Herbst, 1797)	Coleoptera, Tenebrionidae	T. indica	17.08.90
Lasioderma serricorne (Fabricius, 1792)	Coleoptera, Anobiidae	B. rufescens B. rufescens	30.11.90 07.01.91
Attegenus sp.	Coleoptera, Dermestidae	A. hypogea	07.11.91

* non déterminés :

- des Lépidoptères récoltés de *B. rufescens*.

- des Coléoptères (Curculionidae, Tenebrionidae), récoltés de *T. indica* et *B. rufescens*.

(?): les points d'interrogation sont de G. DELVARE qui a déterminé les spécimens (cf. commentaires).