



جامعة بجاية
Tasdawit n Bgayet
Université de Béjaïa

Université Abderrahmane Mira de Bejaia
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie



جامعة بجاية
Tasdawit n Bgayet
Université de Béjaïa

Département des Sciences Biologiques de l'Environnement

Réf :

Mémoire de Fin de Cycle

En vue de l'obtention du diplôme de Master
En sciences biologiques
Option : Biologie Animale

Thème

Etude de la capacité du parasitoïde *Anisopteromalus calandrae* à contrôler les populations de bruche *Callosobruchus maculatus*, et l'impact de la compétition intraspécifique sur la descendance du parasitoïde

Présenté par : **TOUATI Mira**
Soutenu le : 30 juin 2019

Devant le jury composé de :

- | | | | |
|----------------------------|------|------|--------------|
| • Mr MERABET. K | MCB. | UAMB | Président |
| • Mme ADJAOUD BENKHELLAT O | MCB. | UAMB | Promotrice |
| • Mme NATOURI. N | MAA. | UAMB | Examinatrice |

2018/2019

« Dédicaces »

Je dédie le présent travail

A

Ma cousine Kenza qu'elle repose en paix et que Dieu l'accueille dans son vaste paradis

Et mon cher père, Touati Nouredinne:

*Tu m'as appris que le travail est un trésor. Tu es toujours là, tu **M'**encourages et tu me soutiens quelques soient les difficultés.*

Ce Travail est aussi le tien. Merci beaucoup papa.

Ma très chère maman, Ahmed khodja Taous

Tous les mots du monde ne sauraient exprimer mon respect, et ma considération

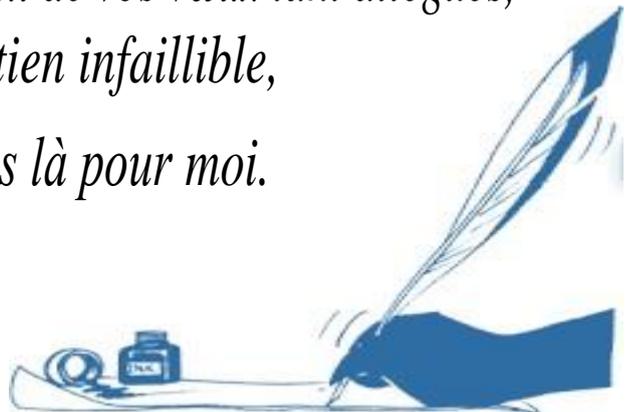
Pour tes sacrifices, ton amour, tendresse, et ton soutien tout au long de mes études Je t'aime mère.

Ma sœur Amel et mon frère Lamine.

Et mes amie, Amina, Hakima, Inès, sabrina, gouraya

Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infailible,

Merci d'être toujours là pour moi.



« Remerciements »

A Dieu, le Tout Puissant

De nous avoir donné la foi, la force, la volonté et la patience pour réaliser ce modeste travail.

A Madame BENKHELLET. O., ma promotrice

D'avoir accepté d'être la dirigeante de ce travail, et la confiance qu'elle m'a accordée pour ces précieux conseils, son aide, son orientation, sa générosité et sa modestie qui m'ont permis de mener à bien mon travail.

Pour son dévouement à ma formation tout au long de mon cursus universitaire.

A Monsieur MERABET. K

Qui m'a fait l'honneur et le plaisir d'accepter d'être le président de ce jury

A Madame NATOURI. N. mon examinatrice

D'avoir accepté d'évaluer et de juger ce travail

A toute l'équipe du laboratoire de recherche en écologie et environnement ainsi qu'à toute personne ayant contribué de prêt ou de loin à la réalisation de ce travail.



Liste des tableaux

| | |
|--|----|
| Tableau I : Variation des effectifs moyen des bruches émergées en fonction de la densité des parasitoïdes introduits. Les lettres correspondent aux groupes homogènes de l'analyse Anovas de différent traitement | 26 |
| Tableau II : Variation du taux de parasitisme en fonction de la densité des femelles parasitoïdes introduites. Les lettres correspondent aux groupes homogènes de l'analyse Anovas de différent traitement | 27 |
| Tableau III : Variation du taux de réduction des bruches en fonction de la densité des femelles parasitoïdes introduites. Les lettres correspondent aux groupes homogènes de l'analyse Anovade différent traitement | 27 |
| Tableau IV : Effectif moyen des descendants etsex-ratio en fonction des densités des parasitoïdes introduits | 28 |

Liste des figures

| | |
|---|----|
| Figure 1 : Présentation des parasitoïdes | 04 |
| Figure 2 : Cycle de développement d'un parasitoïde solitaire | 08 |
| Figure 3 : La plante hôte, <i>Vigna unguiculata</i> | 11 |
| Figure 4 :Adultes de l'espèce <i>Callosobruchus maculatus</i> | 13 |
| Figure 5 :Les stades larvaires, nymphaux et imaginaux de <i>C. maculatus</i> | 14 |
| Figure 6 : Mâle et femelle d' <i>Anisopteromalus calandrae</i> | 16 |
| Figure 7 : Cycle de développement de parasitoïde <i>Anisopteromalus calandrae</i> | 17 |
| Figure 8 : Aspirateur de parasitoïdes | 18 |
| Figure 10 : Graine de niébé..... | 18 |
| Figure 9 : Tamis | 19 |
| Figure 11 : Loupe binoculaire | 19 |
| Figure 12 : Elevage en masse de bruche <i>Callosobruchus maculatus</i> | 20 |
| Figure 13 : Effectif des bruches et des parasitoïdes | 24 |
| Figure 14 : Représentation du taux sexuel observé et du taux sexuel théorique lorsque le nombre de femelles augmente dans le patch | 25 |

SOMMAIRE

Liste des figures

Liste des tableaux

| | |
|-------------------|---|
| INTRODUCTION..... | 1 |
|-------------------|---|

CHAPITRE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

PREMIÈRE PARTIE: La lutte biologique et les parasitoïde

| | |
|---|---|
| 1. La lutte biologique | 3 |
| 1.1. Définition | 3 |
| 1.2. les grands types de lutte biologique..... | 3 |
| 1.2.1. La lutte biologique classique | 3 |
| 1.2.2. La lutte biologique par augmentation | 3 |
| 1.2.3. La lutte biologique par conservation | 4 |
| 2. Les insectes parasitoïdes | 4 |
| 2.1. Définition | 4 |
| 2.2. Taxonomie et mode de vie des parasitoïdes | 4 |
| 2.3. La reproduction chez les parasitoïdes | 5 |
| 2.4. La compétition chez les parasitoïdes..... | 5 |
| 2.4.1. Mécanisme de la compétition | 6 |
| 2.4.2. Conséquence de la compétition par interférence chez les parasitoïdes | 6 |
| 2.5. Les étapes du parasitisme | 7 |
| 2.6. Les parasitoïdes et la lutte biologique | 9 |

DEUXIÈME PARTIE: Description du système étudié

| | |
|--|----|
| 1. La plante, <i>Vigna unguiculata</i> (Walp, 1843) | 10 |
| 1.1. Systématique..... | 10 |
| 1.2. Description | 10 |
| 1.3. Les valeurs alimentaires et intérêts agronomiques..... | 12 |
| 2. Le phytophage (hôte), <i>Callosobruchus maculatus</i> | 12 |
| 2.1. Description et Systématique..... | 12 |
| 2.2. Cycle biologique | 14 |
| 2.3. Dégâts causés par <i>C. maculatus</i> | 14 |

| | |
|---|----|
| 3. Les hyménoptères parasitoïdes <i>Anisopteromalus calandrae</i> | 15 |
| 3.1. Systématique et Description | 15 |
| 3.2. Reproduction et cycle biologique..... | 16 |

CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

| | |
|--|----|
| 1. Matériel Biologique : le système tri-trophique..... | 18 |
| 2. Matériel expérimental..... | 18 |
| 3. Méthodes | 19 |
| 3.1. Elevage des insectes au laboratoire..... | 19 |
| 3.1.1. Conditions d'élevage..... | 19 |
| 3.1.2. Elevage des bruches..... | 19 |
| 3.1.3. Elevage des parasitoïdes | 20 |
| 4. Protocoles expérimentales | 21 |
| 4.1. Préparation des larves de bruches | 21 |
| 4.2. Influence de la densité de femelles conspécifiques sur le taux sexuel de la descendance | 21 |
| 4.3. Potentiel de suppression des populations de bruches..... | 22 |
| 4.4. Analyse statistique | 23 |

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

RESULTATS

| | |
|--|----|
| 1. Influence de la densité de femelles conspécifiques sur le taux sexuel de la descendance ... | 24 |
| 1.1. Effectif des bruches et des parasitoïdes | 24 |
| 1.2. Taux sexuel | 24 |
| 2. Potentiel de suppression des populations de bruches..... | 25 |
| 2.1. L'effet sur les populations des bruches émergentes | 25 |
| 2.2. Taux de parasitismes | 26 |
| 2.3. Taux de réduction des bruches | 27 |
| 2.4. Effet de la compétition sur la descendance des parasitoïdes | 28 |

DISCUSSION

| | |
|--|----|
| 1. Influence de la densité de femelles conspécifiques sur le taux sexuel de la descendance ... | 29 |
| 2. Potentiel de suppression des populations de bruches..... | 30 |
| Conclusion générale et perspectives | 32 |

Références Bibliographiques

Annexes

Résumé

Introduction



Les légumineuses à graines représentent une importante source de protéine alimentaire dans de nombreuses régions du monde; leur culture a été reconnue comme étant l'une des solutions les meilleures et les moins coûteuses pour résoudre les problèmes de malnutrition et plus spécifiquement de carences protéiques en Afrique (Singh & Singh, 1992). Malheureusement, les graines de légumineuses sont généralement attaquées par des insectes, des champignons rongeurs et des oiseaux. Mais les pertes dues en particulier aux insectes prédateurs (Caswell, 1960). En Afrique, *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae) est l'insecte nuisible et dangereux qui s'attaque et cause des dégâts importants dans les stocks de légumineuses. Hormis le niébé qui constitue sa principale plante hôte (Weidner et Rack, 1984, Huiniard, 1985), *C. maculatus* se développe sur plusieurs légumineuses cultivées. Les femelles des *Bruchidae* pondent sur les gousses sur les cultures et les attaques se poursuivent dans les stocks. Plusieurs générations se succèdent dans les systèmes de stockage provoquant des pertes élevées. En plus des dégâts dus à la consommation des réserves contenues dans les cotylédons, les larves en modifient la qualité. En effet, l'accumulation de l'acide urique issue des excréments rejetés dans la loge nymphale et la présence des exuvies larvaires les rendent inconsommables pour l'homme (Vankat Rao et al, 1960).

La lutte chimique est parmi les méthodes les plus utilisées pour protéger les stocks des attaques des ravageurs (Fleurat-lessard, 1978), Elle comprend des insecticides de contact (des organochlorés et organophosphorés) et les fumigants. Cependant l'usage intensif des pesticides se confronte à de nombreux enjeux :

- ✓ Des enjeux agronomiques, en l'apparition de plantes à caractères nouveaux et d'une résistance des organismes cibles aux pesticides ;
- ✓ Sanitaires où des risques sur la santé, tant au niveau des agriculteurs qu'au niveau des consommateurs ;
- ✓ Environnementaux dont les impacts des produits phytosanitaires sur la biodiversité et sur la pollution des milieux ne sont plus à démontrer et,
- ✓ Réglementaires avec l'élaboration de lois visant l'interdiction d'utilisation de certains produits.

Face à ces enjeux, les efforts se sont concentrés vers la recherche d'alternatives, notamment la lutte biologique. Cette dernière qui, bien qu'ancienne devient une alternative aux autres méthodes de protection. Les parasitoïdes sont parmi les agents de contrôle biologique potentiellement efficaces pour réguler les populations de ravageurs. Ils possèdent une bonne capacité de dispersion et de découverte de l'hôte, leurs emplois ne nuit pas à la

santé du consommateur et de l'utilisateur, ils respectent l'environnement et ils ont une grande spécificité vis-à-vis de l'hôte (Boivin, 2001).

Dans les stocks de graines, un cortège parasitaire accompagne les populations de bruches, il est constitué essentiellement d'*Anisopteromalus calandrae* (Howard). Cet hyménoptère est un ectoparasitoïde solitaire nympho-larvophage qui se développe sur des larves et les nymphes de *Callosobruchus maculatus* (Benkhellat, 2016). L'entrepôt de stockage constitue un écosystème relativement clos, au sein desquels les populations de ce parasitoïde fluctuent fortement pouvant entraîner une compétition intraspécifique. Donc il est préconisé d'étudier la communauté des parasitoïdes pour identifier les conséquences de la compétition intraspécifique pour l'accès aux hôtes, avant d'envisager des programmes d'introduction des parasitoïdes (Wajnberg et Ris, 2007).

Ce travail qui consiste à utiliser des ennemis naturels, contribue dans le cadre de la conservation des gaines de Niébé stockées et a pour objectif d'évaluer l'efficacité du parasitoïde *Anisopteromalus calandrae* contre les populations du *C. maculatus*. Notre étude a été consacrée premièrement à l'étude de l'influence de la compétition intraspécifique sur la descendance des femelles *A. calandrae*, ensuite nous avons effectué un essai de contrôle des populations de bruches dans des conditions contrôlées.

La présente étude s'articule autour de trois chapitres, le premier chapitre qui est une synthèse bibliographique et présenté en deux parties, la première partie parle de la lutte biologique contre les prédateurs des stocks et les parasitoïdes, Dans la deuxième partie, nous présenterons le système tri-trophique utilisé dans notre étude, à savoir la plante hôte, *Vigna unguiculata* (Niébé), le phytophage (l'hôte), le coléoptère bruchidae *Callosobruchus maculatus* (Fab), et l'hyménoptère parasitoïde *Anisopteromlaus calandrae*.

Le deuxième chapitre présente le matériel et les méthodes adoptés pour la réalisation de ce travail. Le troisième chapitre est consacré aux résultats et discussions. Enfin, nous clôturons ce travail par une conclusion générale et perspective.

Synthèse bibliographique



PREMIERE PARTIE : La lutte biologique et les parasitoïdes

1. La lutte biologique

1.1. Définition

Selon l'organisation internationale de la lutte biologique (OILB, 1971), « La lutte biologique est l'utilisation d'organismes vivants ou de leurs produits pour prévenir ou réduire les dégâts causés par les ravageurs aux productions végétales ». Actuellement, la lutte biologique est la méthode la plus favorisée dans les programmes de recherche vus ses intérêts économiques et agro-environnementaux qui permettent le maintien d'un équilibre bioécologique.

La lutte biologique utilise des organismes vivants pour diminuer les niveaux de population d'autres organismes, généralement nuisibles. Les ennemis naturels les plus souvent utilisés en lutte biologique comprennent les microorganismes, les nématodes, les prédateurs et les parasitoïdes. Ces derniers sont responsables de nombreux succès en lutte biologique et ils occupent dans les écosystèmes naturels une place importante (Boivin, 2001).

1.2. Les grands types de lutte biologique

Selon les modalités d'utilisation, on reconnaît trois méthodes principales de lutte biologique : par introduction, augmentation ou conservation (Van Driesche et Bellows, 1996 ; Amevoin, 1998 ; Boivin 2001).

1.2.1. La lutte biologique par introduction (ou classique)

Cette technique consiste à introduire une nouvelle espèce dans un environnement afin de contrôler les populations d'un ravageur (Pedigo, 1996). La plupart du temps, cette approche vise à limiter les populations d'un ravageur exotique en introduisant un ennemi naturel provenant de la zone de distribution originale de ce ravageur (Boivin, 2001).

1.2.2. La lutte biologique par augmentation

Elle recouvre les stratégies d'augmentation par inoculation (Inoculative biological control) et par inondation (Inundative biological control). Ces stratégies consistent à relâcher des auxiliaires dans des environnements où les populations sont absentes ou trop faibles pour assurer un contrôle suffisant (e.g. dans des environnements clos comme les serres) (Anonyme, 2019).

1.2.3. La lutte par conservation

La lutte biologique par conservation est la technique qui a donné les résultats les plus spectaculaires. Elle consiste à agir sur l'environnement dans le but d'augmenter l'impact des ennemis naturels indigènes sur les populations de ravageurs autochtones. (Amevoin, 1998).

2 . Les insectes parasitoïdes

2.1. Définition

Les insectes parasitoïdes sont des organismes dont les larves se développent en se nourrissant du corps d'autres arthropodes, leurs hôtes, principalement d'autres insectes. Ce développement aboutit généralement à la mort de l'hôte (Egalaton et Gaston, 1990). Selon Doutt (1959) les parasitoïdes possèdent plusieurs caractéristiques :

- Il se développe aux dépens d'un seul hôte, ce qui aboutit à la destruction de ce dernier
- Seuls les stades immatures sont parasites, les adultes sont des formes libres
- Le parasitoïde en développement ne peut pas changer d'hôte
- En général, l'hôte appartient à la même classe taxonomique
- Le parasitoïde et l'hôte présentent le plus souvent des tailles similaires
- L'impact du parasitoïde sur la dynamique des populations de l'hôte est plus proche de celle d'un prédateur que de celle d'un véritable parasite

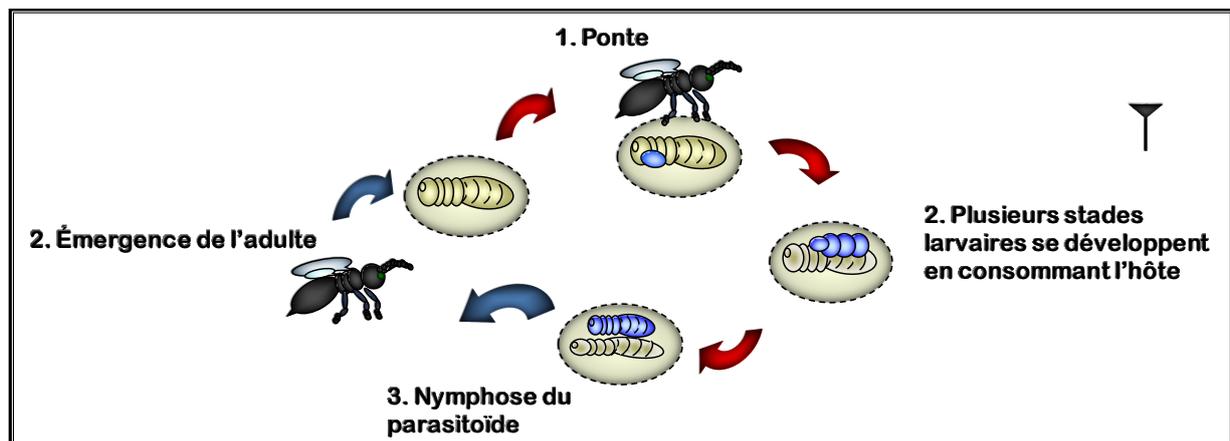


Figure 1 : présentation des parasitoïdes (Jaloux, 2004)

2.2. Taxonomie et mode de vie des parasitoïdes

Les hyménoptères parasitoïdes peuvent être regroupés dans plusieurs sous catégories en fonction de leur mode de vie ;

- Les espèces qui pondent leurs œufs dans des hôtes et se développent à l'intérieur même de l'hôte sont nommées **endoparasitoïdes**, alors que celles qui se développent à la surface, voire à côté de l'hôte sont nommées **ectoparasitoïdes**.
- Les parasitoïdes qui laissent leur hôte se développer après la ponte sont nommés **koïnobiontes**, Ceux qui tuent ou paralysent définitivement leur hôte dès la ponte sont nommés **idiobiontes**.
- Chez les parasitoïdes **proovigéniques**, les femelles disposent dès leurs émergences d'un stock d'œufs matures, cependant chez les parasitoïdes **synovigéniques**, elles ne disposent à l'émergence que d'un nombre réduit d'œufs mais en produisent tout au long de leur existence. La maturation des œufs chez ces derniers nécessite une source de protéines supplémentaire

2.3. La reproduction chez les parasitoïdes

La majorité des espèces de parasitoïdes sont des hyménoptères. Ils ont un système de reproduction particulier : l'haplo-diploïdie, la forme la plus connue d'haplo-diploïdie est l'arrhénotoquie (parthénogénèse arrhénotoquie) dans laquelle les mâles sont issus d'œufs non fécondés alors que les femelles proviennent d'œufs fécondés (Doutt, 1964). Cette particularité de la reproduction des hyménoptères donne aux femelles la capacité de contrôler le sexe de chaque descendant (en fertilisant ou non l'œuf pondu). Les parasitoïdes sont notamment capables d'ajuster le sex-ratio de l'œuf pondu en fonction de la taille de l'hôte ou de la présence de conspécifiques (Godfray, 1994).

2.4. La compétition chez les parasitoïdes

Les parasitoïdes sont des organismes dont le développement se fait obligatoirement aux dépend d'un autre organisme hôte vivant. Contrairement aux prédateurs, cet hôte reste disponible pour les autres parasitoïdes compétiteurs qui peuvent tenter à leur tour de le parasiter. La présence de plusieurs individus sur un même hôte va induire une compétition. On distingue la compétition intraspécifique, qui s'exerce entre individus appartenant à la même espèce, de la compétition interspécifique qui agit entre espèces différentes. Chez les parasitoïdes, la compétition peut apparaître à différents niveaux : dès le stade larvaire ou bien au stade adulte (Benkhellat, 2016).

Chez les parasitoïdes solitaires et contrairement aux espèces grégaires, les larves vont interagir pour accéder à la source de nourriture qui est constitué par l'hôte soit par suppression physique ou suppression physiologique.

✓ **Suppression physique par combats larvaires**

Lorsque plusieurs œufs sont pondus sur le même hôte, soit ils sont éliminés par une larve déjà présente (Fig.6) soit des larves se livrent à des combats mortels, dans le cas où plusieurs œufs sont parvenus à éclore (Quicke, 1997).

✓ **Suppression physiologique** : Elle est moins répandue que les combats directs et elle peut s'exprimer de plusieurs manières :

- Privation sélective des nutriments : la larve la plus âgée (excluant la première) détournerait à son profit les nutriments nécessaires à son développement, provoquant ainsi la mort des individus les plus jeunes (Fisher, 1961) ;

- Sécrétion de toxines par la première larve. Ces toxines empêchent alors les autres œufs d'éclore ou bloquent le développement des compétiteurs lors du premier stade larvaire (Jervis et Copland, 1996) ;

- Modification de la composition de l'hémolymphe de l'hôte : la larve qui éclore le plus tôt modifierait, en se nourrissant, les paramètres physicochimiques de l'hémolymphe de l'hôte. Ses diverses activités métaboliques (salivation, excrétion, respiration) rendraient l'hémolymphe de l'hôte impropre au développement des parasitoïdes les plus jeunes (Fisher, 1961).

2.4.1. Mécanisme de la compétition

Deux principaux mécanismes de compétition existent chez les parasitoïdes :

➤ **La compétition par exploitation (indirecte) :**

Elle se produit lorsque les individus n'interagissent pas directement entre eux (Krebs et Davies, 1993). La compétition par exploitation favorisera les individus ayant les meilleurs comportements de localisation, sélection et exploitation des ressources (Goubault, 2003).

➤ **La compétition par interférence (directe) :**

Lorsque plusieurs femelles exploitent simultanément le même patch, elles peuvent interférer les unes avec les autres par des combats physiques. La compétition par interférence favorise, les individus ayant les meilleurs comportements de protection des ressources ou au contraire d'évitement des conflits (Goubault, 2003).

2.4.2. Conséquences de la compétition par interférence chez les parasitoïdes

Lorsque plusieurs femelles exploitent simultanément le même patch, elles peuvent interférer, plus ou moins directement, les unes avec les autres. Les interactions directes se traduisent par la manifestation de **comportements agressifs** visant à défendre l'hôte ou le

patch exploité. Les interactions indirectes se traduisent par une **modification des modes d'exploitation** des hôtes (fréquence du superparasitisme, allocation des sexes) par rapport à une situation où les femelles sont seules.

- **Fréquence du superparasitisme** lorsque le nombre de femelles augmente dans un patch, la fréquence du superparasitisme devrait augmenter car l'intérêt de pondre dans des hôtes déjà parasités s'accroît (Visser *et al.* 1990). En effet, à mesure que les femelles exploitent le patch, la proportion d'hôtes parasités augmente. Les femelles accroissent alors leur probabilité d'obtenir des descendants en acceptant des hôtes parasités par des congénères plutôt qu'en les rejetant systématiquement. En fait, les femelles devraient commencer par rejeter les hôtes parasités. Puis, lorsque leur taux de gain tombe sous un certain seuil, elles devraient changer de comportement et se mettre à faire du **superparasitisme conspécifique** (Visser *et al.* 1990).
- L'un des premiers scientifiques à parler de cette compétition et des ces conséquences sur la descendance des femelles chez les parasitoïdes fut Hamilton (1967) en introduisant le concept de compétition locale d'accouplement (local mate competition). Le modèle de Hamilton (1979) prédit que les femelles vont augmenter le nombre de mâles dans leur descendance quand le nombre de femelles conspécifique augmente dans le patch. De nombreuses espèces d'hyménoptères parasitoïdes répondent à ce modèle telles que *Dinarmus basalis* (Gauthier, 1996), *Eupelmus vuilleti* (Darrouzet *et al.*, 2008). Cependant, certaines espèces ne répondent pas à ce modèle comme *Epidinocarsis lopezi* (Van Dijken *et al.*, 1989).

2.5. Les étapes du parasitisme

Le succès reproducteur d'un parasitoïde dépend de sa capacité à franchir 5 étapes successives (Fig 2) : 1- la localisation de l'habitat de l'hôte ; 2- la localisation de l'hôte, 3- l'acceptation de l'hôte caractérisée par l'identification et la discrimination de la qualité de l'hôte (espèce, taille, stade de développement, statut parasitaire), 4- développement larvaire et enfin régulation de l'hôte. Un parasitoïde susceptible d'être utilisé dans la régulation d'insectes nuisibles est un parasitoïde capable de s'affranchir des barrières présente à chaque étape et de maximiser les chances de la survie de sa descendance (Doutt *et al.*, 1976 ; Jervis *et al.*, 1986).

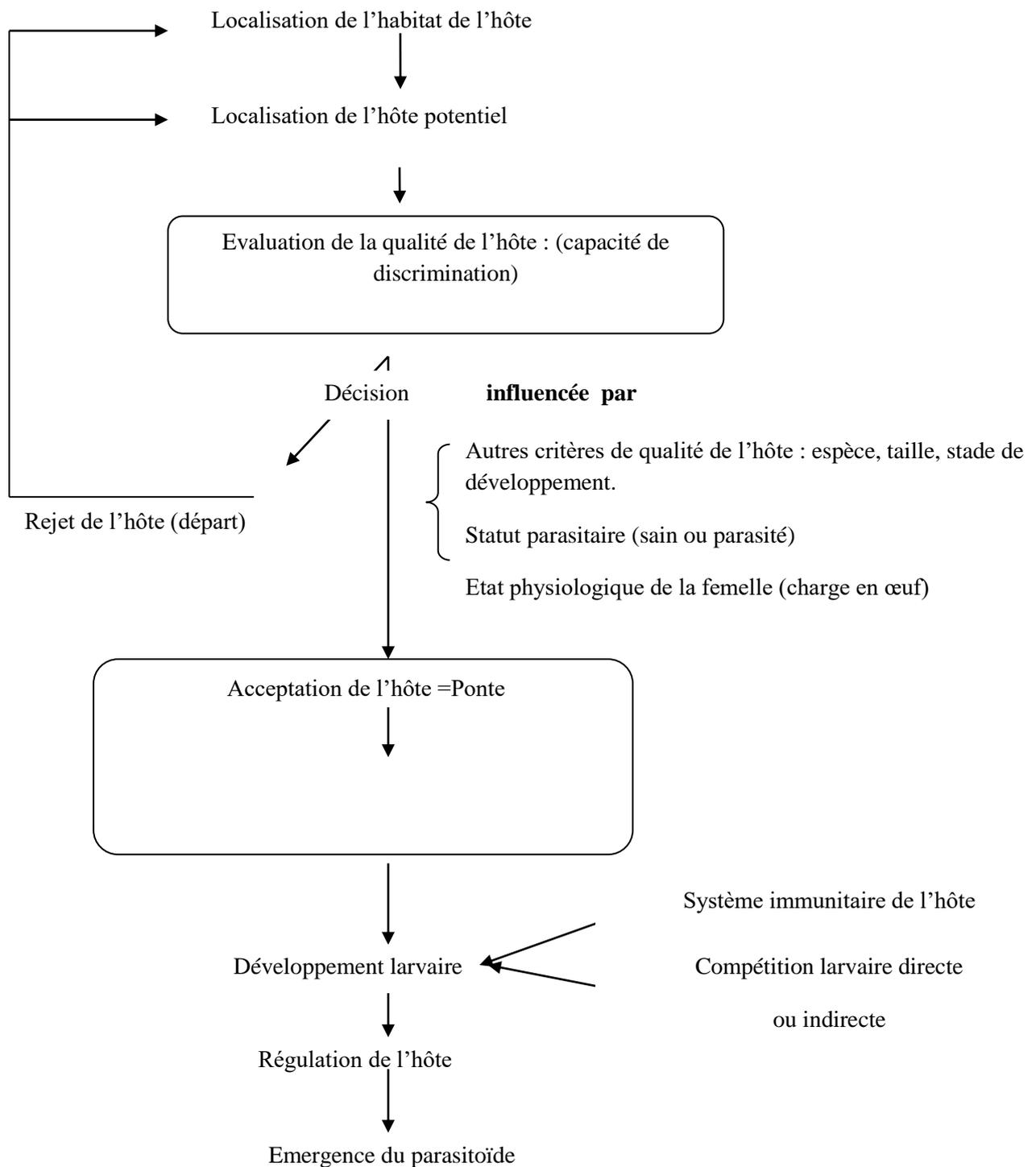


Figure 2 : Cycle de développement d'un parasitoïde solitaire (Gauthier, 1996 ; Goublaut, 2003)

2.6. Les parasitoïdes et la lutte biologique

Les parasitoïdes ont prouvé qu'ils étaient promoteurs comme agents de lutte contre les insectes ravageurs (Vincent et Coderre, 1992). Bien qu'ils présentent également quelques inconvénients, comme leur délai d'action ou leur fragilité, ils ont pour la plupart de nombreux avantages, dont les principaux recherchés sont (Mills, 2005) :

- Spécificité importante
- Possibilité d'effets durables, et capacité d'amplification de la répression
- Sécurité très grande pour la santé humaine et l'environnement, même lors de programme d'introduction
- Possibilité de stockage sous forme d'hôtes parasités

DEUXIEME PARTIE : Description du système étudié

Dans cette partie, nous allons présenter succinctement les différentes espèces constituant le système tri-trophique utilisé pour réaliser notre étude, à savoir :

La plante, *Vigna unguiculata* (Walp 1843) communément nommée Niébé,

Le phytophage (l'hôte), le coléoptère bruchidé *Callosobruchus maculatus* (Fab),

L'hyménoptère parasitoïde *Anisopteromalus calandrae*.

1. La plante : *Vigna unguiculata*

Cette légumineuse alimentaire, cultivée dans la plupart des régions tropicales et subtropicales, jusqu'au bassin méditerranéen depuis 5000 avant JC. Néanmoins, l'Afrique de l'Ouest est le principal producteur du niébé dans le monde : les surfaces cultivées du niébé sont estimées à 10.4 millions d'hectares dont 92% en Afrique de l'ouest. La production mondiale du niébé est estimée à 3.6 million de tonnes de grains secs dont 84% en Afrique de l'Ouest (F.A.O, 2006).

1.1. systématique

Selon Cronquist (1981), *V. unguiculata* appartient à :

| | |
|---------------|---|
| ✓ Règne | Plantae |
| ✓ Sous-règne | Tracheobionta |
| ✓ Division | Magnoliophyta |
| ✓ Classe | Magnoliopsida |
| ✓ Sous-classe | Rosidae |
| ✓ Ordre | Rosales |
| ✓ Famille | Fabaceae |
| ✓ Genre | <i>Vigna</i> |
| ✓ Espèce | <i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp., 1843. |

1.2. Description

Vigna unguiculata, communément appelé niébé (haricot dolique), est une plante herbacée, annuelle et autogame à plus de 98% (Fery, 1985 ; Adam, 1986). Il présente de grandes variabilités morphologiques en relation avec le nombre important de ses variétés (Kouakou *et al.*, 2007; Doumma *et al.*, 2011).

En Afrique de l'ouest, il existe toujours des formes sauvages de *V. unguiculata*, les sous espèces *dekindtiana* et *mensis*, ancêtres des variétés cultivées. La variété Black-Eyes California, utilisée pour les élevages comme pour les expérimentations est la plus répandue dans la zone principale de culture en Afrique de l'Ouest.

En Algérie, cette espèce est traditionnellement cultivée dans les régions montagneuses et destinée surtout à l'autoconsommation. Cette espèce qui semble liée aux vieilles cultures berbères n'est plus cultivée que sur des superficies très restreintes relevant souvent du jardinage, ce qui peut causer à long terme sa disparition totale (Ghalmi et *al*, 2004).

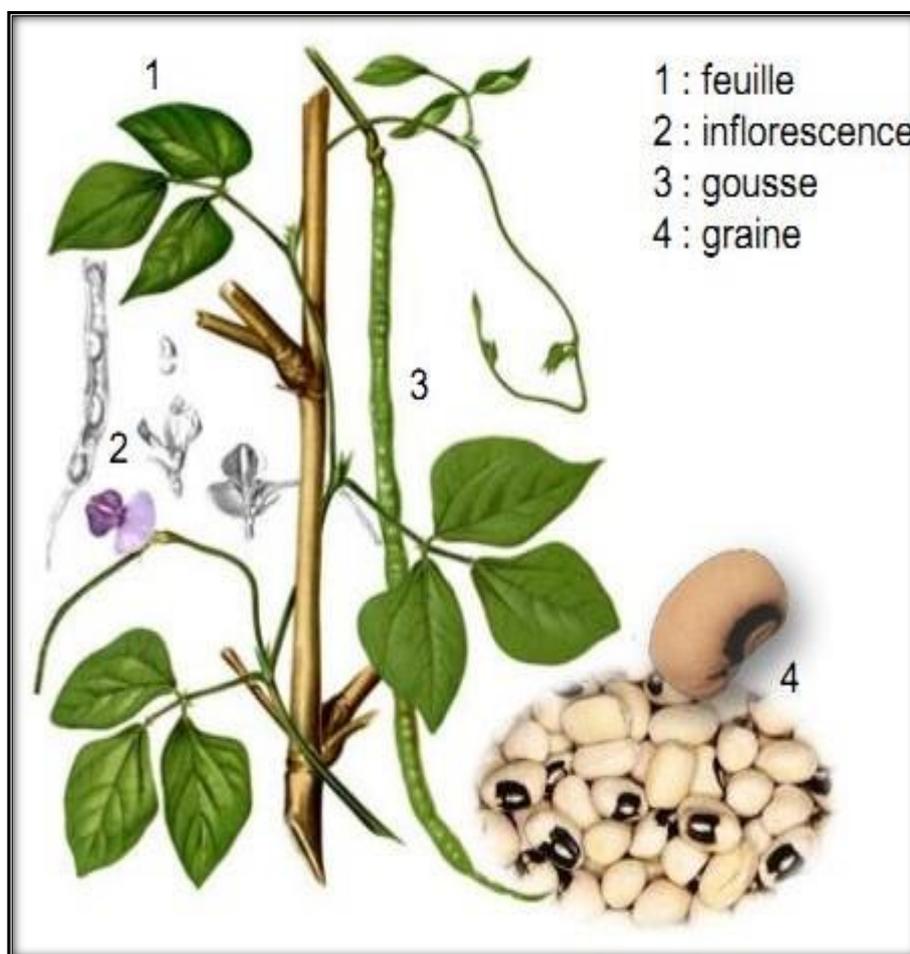


Figure 3 : La plante hôte, *Vigna unguiculata*.

1.3. Valeurs alimentaires et intérêts agronomiques

Le niébé est une importante denrée de base pour les populations qui vivent dans les pays en développement. (Madamba *et al.*, 2006).

Du point de vue agronomique, le niébé est une plante à cycle court (2 à 4 mois) et à exigences agro-culturelles réduites. Contrairement aux céréales (Stanton, 1970). Cette légumineuse joue par un rôle primordial dans les rotations et associations des cultures. Son système racinaire est également très profond assurant une bonne fixation et une bonne conservation des sols (Pasquet et Baudoin, 1997).

Sur le plan nutritionnel, ses graines sont riches en glucides (56,8 % du poids sec) et surtout en protéines (20 à 25 % du poids sec). Elles présentent une valeur alimentaire supérieure à celle de la plupart des céréales (mil, riz, sorgho, maïs). Les feuilles sont également une importante source de vitamine A et C et de sels minéraux (Ouedraogo, 1978). Après la récolte des gousses, les feuilles et les tiges, enroulées en bottes puis séchées, donnent la paille qui constitue un excellent fourrage pour le bétail pendant la saison sèche où les pâturages sont rares (Keita, 2000).

2. Le phytophage – hôte : *Callosobruchus maculatus*

2.1. Description et systématique

C. maculatus est une espèce cosmopolite, originaire du continent Africain (Southgate, 1964 in Delacruz Perez *et al.*, 2013). C'est en 1775 que Fabricius a décrit pour la première fois la bruche du niébé sous le nom de *Bruchus maculatus*. Cette dernière est communément appelée bruche à 4 tâches ou bruche maculée.

C'est un insecte de petite taille (2,8 à 3,5 mm). Le corps de forme oblongue, de couleur brun rougeâtre à gris. La femelle de taille plus importante que le mâle se distingue par la coloration et les motifs des élytres et du pygidium c'est une espèce très polyphage (Weidner et Rack, 1984), polyvoltine, quasi-cosmopolite, dont la plante hôte la plus fréquente est *V. unguiculata*. D'après Monge et Germain (1988), *C. maculatus* est l'espèce de bruches qui cause le plus de dégâts dans les stocks du niébé. La position systématique de *C. maculatus* est la suivante :

| | |
|-----------------------|--|
| ✓ Regne | Animalia |
| ✓ Phylum | Arthropoda |
| ✓ Sous phylum | Hexapoda |
| ✓ Classe | Insecta |
| ✓ Ordre | Coleoptera |
| ✓ Famille | Chrysomelidae |
| ✓ Sous famille | Bruchinae |
| ✓ Genre | <i>Callosobruchus</i> |
| ✓ Espèce | <i>Callosobruchus maculatus</i> (Fabricius, 1775) |

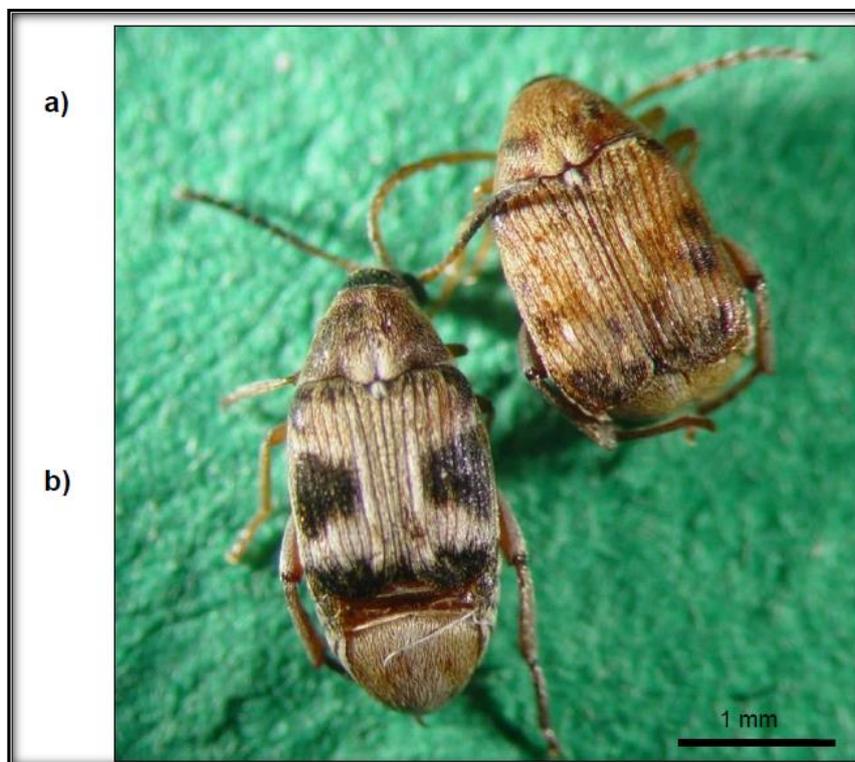


Figure 4 :Adultes de l'espèce *Callosobruchus maculatus* obtenus sur graines de niébé en laboratoire. a) Mâle, b) Femelle (grossissement x 20). (D'après Jaloux, 2004)

2.2. Cycle biologique

Après l'accouplement, la femelle de *C. maculatus* pond sur les gousses en voie de maturation ou sèche ou directement sur des graines de niébé (Alzouma, 1987). Les œufs sont translucides (environ 0,6 x 0,3 mm) de forme convexe, aplatis sur la face fixée au substrat. Après l'éclosion, le premier stade larvaire (de type chrysomélien) perce le tégument de la graine à l'aide de ses mandibules puis pénètre à l'intérieur. Cette pénétration s'accompagne du rejet des fragments de tégument et de cotylédon à l'intérieur du chorion de l'œuf qui prend une couleur blanchâtre. Les autres stades larvaires sont de type Rhynchophorien (apodes) et se développent en consommant les réserves cotylédonaires de la graine. La nymphose a lieu dans une loge tapissée d'acide urique réaménagée par la larve à la périphérie de la graine (Amevoin, 1998) ; l'imago découpe ensuite un opercule circulaire dans le chorion et émerge.

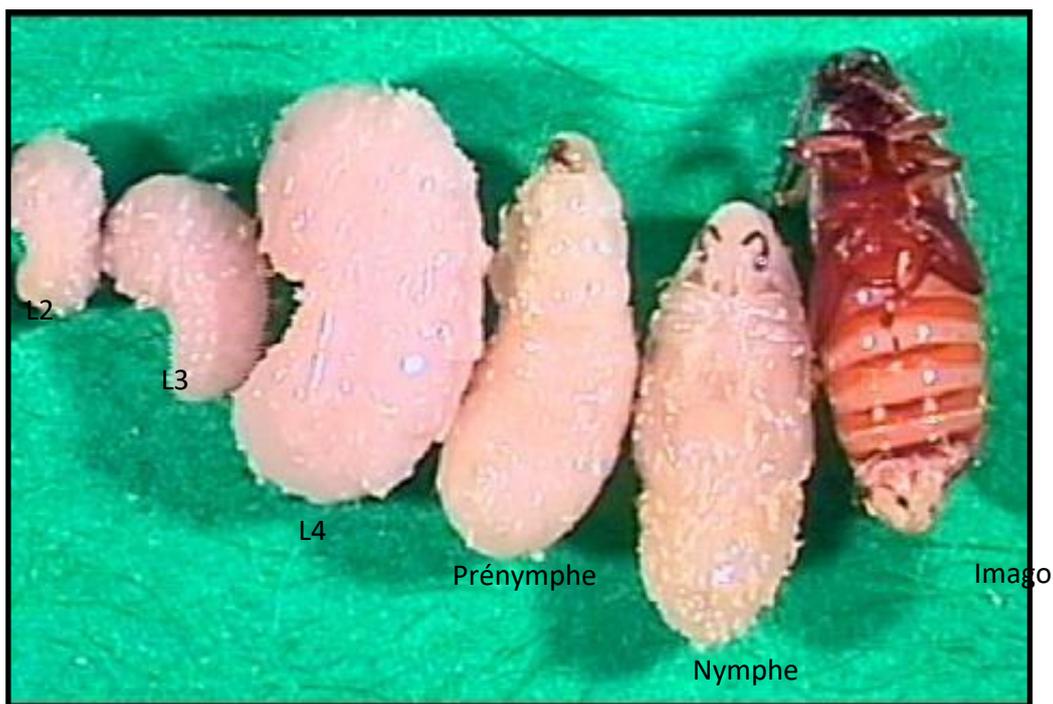


Figure 5 : Les stades larvaires, nymphaux et imaginaux de *C. maculatus*. (x20)

(D'après Jaloux, 2004)

2.3. Dégâts causés par *C. maculatus*

Les insectes de la famille des Bruchidae constituent sans aucun doute une des contraintes majeures au développement des cultures de légumineuses à graines.

De nombreuses études réalisées dans plusieurs pays africains ont montré que pendant l'entreposage du niébé, le taux d'infestation initial par les bruches est généralement inférieur à 5% (Ouedraogo, 1991 ;Sanonet *al.*,2005). Ce taux passe à 30% après 1 mois, puis 80 à 100% en l'espace de 5 à 6 mois de stockage (Glitho, 1990 ; Ouedraogoet *al.*,1996 et Taponjhou *et al.*, 2002).L'ampleur des dégâts occasionnés par *C. maculatus*est en fonction du niveau d'infestation initiale, de la durée et des techniques de stockage.

Les dégâts causés par *C. maculatus*sont dus exclusivement aux larves qui dévorent les réserves du cotylédon des graines. La bruche du niébé cause non seulement une réduction directe du poids sec, mais également une diminution de la viabilité des semences et de la qualité marchande et nutritionnelle des graines, suite au développement de moisissures qui les rendent impropres à la consommation humaine (Bischoff, 1992 *in* Kellouche, 2005).

3. Les hyménoptères parasitoïdes : *Anisopteromalus calandrae*

3.1. Systématique et description

Anisopteromalus calandrae est un hyménoptère pteromalidae sa position systématique est la suivante (Howard, 1881) :

| |
|--------------------------------------|
| ✓ Ordre : Hymnoptera |
| ✓ Sous-ordre :Apocrita |
| ✓ Super-famille :chalcidoidae |
| ✓ Famille :pteromalidae |
| ✓ Genre :Anisopteromalus |

Anisopteromalus calandrae est un ectoparasitoïde solitaire idiobionte de plusieurs coléoptères granivores (Islam et Nargis ,1994). Les adultes sont de couleur noire brillante. Ils présentent un dimorphisme sexuel pour la couleur de l'abdomen .Les mâles mesurent de 1,5 à 2 mm et présentent une absence de pigmentation à la base ventrale de l'abdomen. Les femelles mesurent entre 2 et 2,5 mm et leur abdomen est noir uniforme.



Figure 6 : Mâle et femelle d'*Anisopteromalus calandrae*. Présence d'un dimorphisme sexuel (grossissement x 20) (D'après Do ThiKhanh, 2005).

3.2. Reproduction et cycle biologique

Chez *A. calandrae*, comme chez la plupart des hyménoptères parasitoïdes, la reproduction est de type parthénogénétique arrhénotoque, c'est-à-dire que les femelles diploïdes sont issues d'œufs fertilisés et les mâles haploïdes d'œufs non fertilisés (Doutt, 1964). *A. calandrae* est une espèce synovogénique. La femelle parasitoïde peut contrôler la libération des spermatozoïdes contenus dans la spermathèque. Le sex-ratio chez *A. calandrae* est dépendant de la taille de l'hôte, la femelle est capable de contrôler le sexe de sa descendance. Les études ont montrés que le taux sexuel dépend de la taille et du stade de l'hôte (Van den Assem et al, 1984 ; Choi et al., 2001).

A. calandrae est un ectoparasitoïde idiobionte, les femelles insèrent l'ovipositeur dans la graine et paralysent l'hôte. L'ovipositeur est retiré et ensuite introduit de nouveau pour déposer un œuf translucide allongé sur l'hôte ou près de celui-ci (Arbogast et Mullen, 1990). L'éclosion survient 24 à 30h après la ponte (en fonction des conditions). Le développement comporte trois stades larvaires. Le premier stade possède 3 paires de stigmates (des orifices minuscules où arrivent les trachées respiratoires) tandis que les deuxième et troisième stades en possèdent neuf paires. Les pupes chez cette espèce ont des membres, des ailes, et des antennes libérés de l'enveloppe initiale. Cette espèce est protandre car les mâles émergent 1 jour avant les femelles (Islam, 1993). L'accouplement est de plusieurs fois chez la femelle.

La durée de développement chez *Anisopteromalus calandrae* peut varier suivant les conditions. Dans les conditions déterminées au laboratoire 70%, les parasitoïdes adultes mâles

apparaissent au bout de $14,3 \pm 0,04$ jours et les femelles au bout de $16,9 \pm 0,1$ jours. Cependant, à 30°C et 70% d'humidité, la durée de développement est entre 10 et 11 jours (Islam, 1993).

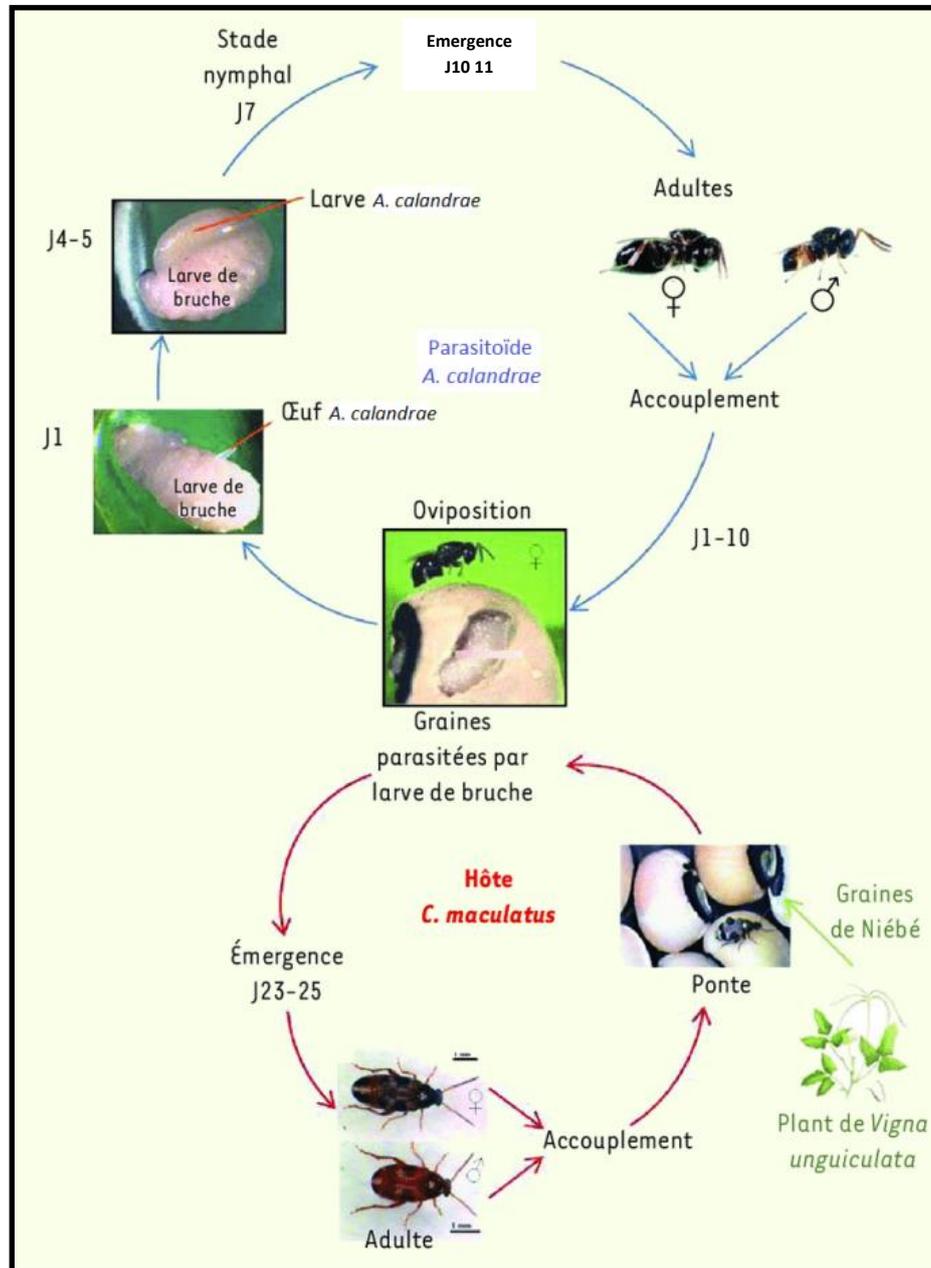


Figure 7 : cycle de développement de parasitoïde *Anisopteromalus calandrae* (Anonyme, 2019).

Matériel et méthodes



CHAPITRE II : Matériel et méthodes**1. Matériel Biologique : Le système tri-trophique**

Le système tri-trophique proposé pour notre étude est constitué de :

- Une plante étant le substrat de l'hôte : *Vigna unguiculata* (Walp 1843) communément appelée Niébé
- Un coléoptère phytophage : *Callosobruchus maculatus* (Fabricus)
- Un hyménoptère parasitoïde : *Anisopteromalus calandrae* (Howard)

2. Matériel expérimental :

- Pour effectuer notre travail expérimental nous avons utilisé le matériel suivant :
 - Des boîtes Pétri
 - Une patafixe
 - Loupe binoculaire
 - Pinces
 - Aspirateur de parasitoïdes
 - Etuve réglée à 30 C°
 - Des boîtes en plastique



Figure 8 : Aspirateur de parasitoïdes



Figure 9: graines de niébé



Figure 10 : Tamis

Figure 11 : Loupe binoculaire

3. Méthodes

3.1. Elevage des insectes au laboratoire

3.1.1. Conditions d'élevage

Les souches de *Callosobruchus maculatus* et *Anisopteromalus calandrae* utilisées au cours de notre étude ont été maintenues au laboratoire sur des graines de Niébé de la variété Haricot Kabyle (Haricot dolique) dans une étuve sous les conditions suivantes (30 ± 1 C°, et une humidité relative de 70 ± 10 %).

Les graines de niébé étaient congelées pendant 2 jours avant l'utilisation, pour éviter l'introduction d'une autre espèce de phytophage, et aussi des acariens entomophages.

3.1.2. Elevage des bruches

La souche de *C. maculatus* utilisée pour nos expériences provient du Béjaia. Elle est maintenue dans une étuve recréant les conditions tropicales naturelles pour son développement, conditions thermo périodiques et photopériodique suivants : 30°C :, et à 70% h.r. Des bruches mâles et femelles sont mis dans une boîte contenant des graines de Niébé durant 18 jours à l'étuve. Après cette période, elles sont retirées et divisées en 2 parties : une partie mise dans un réfrigérateur à 4°C afin de ralentir le développement des larves de bruches qui nous serviront par la suite pour nos expériences, l'autres partie remise dans l'étuve jusqu'à émergence des bruches adultes afin d'entretenir l'élevage.



Figure 12 : Elevage en masse de bruche *Callosobruchus maculatus*

2.1.1. Elevage des parasitoïdes

La souche d'*Anisopteromalus calandrae* de notre laboratoire provient des stocks de céréales et de légumineuses dans la région de Béjaïa (AKBOU). Elle est maintenue au laboratoire sur des populations de bruches d'haricot dans des conditions comparables à celles du milieu naturel.

Les stades préférentiels de *C. maculatus* pour les pontes des femelles d'*A. calandrae* sont des larves aux stades L4, pré-nymphes et nymphes (Bellows, 1985). Tous les stades présentés aux femelles étaient des pré-nymphes et des nymphes, qui sont de tailles importantes et facilement distinguables à l'aide d'une loupe binoculaire. Ces stades sont atteints 18 jours après la ponte dans les conditions d'élevage. Les hôtes ne sont exploitables par les femelles parasitoïdes que s'ils sont présentés à l'intérieur d'une loge. Durant nos expériences, nous avons utilisé des hôtes enfermés à l'intérieur d'une loge naturelle, creusée par la larve de *C. maculatus* dans une graine ou d'une loge artificielle fabriquée à partir d'une gélule de type pharmaceutique.

Les parasitoïdes sont élevés dans les mêmes conditions d'élevage citées, sur des graines de niébé infesté par *Callosobruchus maculatus*. Une dizaine de couples

d'*Anisopteromalus calandrae* sont introduits dans des boîtes en plastique (20,5×19×4cm) contenant des graines infestées par des larves de bruches au stade L4, les boîtes sont placées dans l'étuve réglée à 30 °C, trois jours après on tamise et on retire les parasitoïdes pour les introduire dans d'autres boîtes contenant des hôtes. Les boîtes sont placées dans l'étuve aux mêmes conditions d'élevage (30 ± 1°C et une humidité relative de 70 ± 10 %). Jusqu'à l'émergence des adultes. Dans ces conditions une génération d'*A. calandrae* se développe en 12 et 13 jours environ.

4. Protocoles expérimentaux

Les protocoles utilisés au cours de notre travail sont les mêmes protocoles suivis par : Amévoïn (1998), Gauthier, (1996). Slamani et Monsi (2017).

4.1. Préparation des larves de bruches (Graines à un hôte)

Les graines de niébé peuvent héberger une quantité variable de bruches en développement, jusqu'à 10 hôtes par graine environ. Dans le but d'éviter un biais éventuel dans le choix de la femelle parasitoïde lié au nombre d'hôtes présents à l'intérieur des graines, seules les graines renfermant qu'un hôte sont utilisées dans nos expériences. Ces graines sont obtenues en présentant dans une boîte de Pétri une cinquantaine de graines de niébé à 6 bruches femelles pendant 4 heures. Les bruches sont ensuite retirées et les boîtes placées dans l'étuve d'élevage. Cinq jours plus tard, les œufs éclos deviennent visibles et sont moins fragiles. Les graines sont triées, et ne sont conservées que celles présentant un seul ou deux chorions blanchâtres à leur surface. Ces graines sont alors replacées dans l'étuve pour permettre le développement des larves. 18 jours après la ponte, une loge est visible par transparence, indiquant la présence d'un hôte à un stade avancé. Ces graines sont utilisées immédiatement ou conservées au réfrigérateur quelques jours jusqu'à leur utilisation pour les expériences sur le succès reproducteur et l'essai de contrôle biologique.

4.2. Influence de la densité de femelles conspécifiques sur le taux sexuel de la descendance

Notre objectif est de déterminer l'influence de la compétition par interférence sur le sex-ratio de la descendance.

Dans cette expérience, des femelles sont placées dans des boîtes de Pétri en présence de graines parasitées renfermant une larve L4 de *C. maculatus*.

Le nombre de femelles introduite dans le patch (boîte de pétri) augmente mais chacun

dispose théoriquement d'un nombre équivalent d'hôtes sains. Ainsi 1, 2, 4, 6, 8, 2,5, et 50 femelles 6, 12, 24, 75, 150 graines pendant 24 heures. Trois répétitions sont faites pour chaque densité de femelles.

Quel que soit le nombre de femelles, elles sont introduites dans une boîte de Pétri dans laquelle la distribution des graines est par conséquent de plus en plus agrégative avec l'augmentation de la densité des graines et des parasitoïdes

Les boîtes sont ensuite conservées dans les conditions habituelles jusqu'à l'émergence des parasitoïdes. Le nombre et le sexe des imagos bruches et parasitoïdes sont déterminés. Les résultats ainsi observés sont ensuite comparés aux résultats théoriques prédits sous le modèle de la locale Mate compétition (Hamilton, 1979).

Les paramètres étudiés.

- Le nombre de bruches et parasitoïdes émergés
- Le taux sexuel observé sera alors comparé avec le taux sexuel théorique déterminé à partir de l'équation suivante :
 - $r = [(n-1) (2n-1) / n (4n-1)]$

Avec r = taux sexuel théorique et n = nombre de femelles par patch

- $r' = \text{nombre de males} / (\text{nombre de males} + \text{nombre de femelles})$

Avec r' = taux sexuel observé

4.3. Potentiel de suppression des populations de bruches

Nous avons utilisé la méthode de lutte biologique par augmentations, pour réaliser notre expérience nous avons mis dans boîtes en plexiglas (20,5×19×4cm) 250 graines de Niébé infestées par des larves au stade L4 de *C. maculatus* : 200 graine contenant une larve et 50 graines contenant deux larves ce qui fait au totale 300 hôtes.

- un lot témoins sans parasitoïdes a été préparé : T1, T2 et T3,
- Nous avons introduit respectivement dans chaque boîte : 5, 10 puis 15 couples parasitoïdes adultes prisons dès leur émergence
- Trois répétitions sont faites pour chaque lot

Trois semaine après l'introduction des parasitoïdes (le temps d'émergence de la première génération de bruches et parasitoïdes) nous avons dénombré uniquement les adultes de bruches et de parasitoïdes, pour cela nous avons procédé par tamisage avec un tamis de

9mm, et ce, jusqu'à la fin des émergences. Les adultes sont triés par espèce et compté directement.

Nous avons calculé les paramètres suivant:

1. Effectif moyen de bruches émergé Br.
2. Effectifs moyen de parasitoïdes émergés PE.
3. Taux de parasitisme (Monge et *al.*, 1995 ;Chaisaeng et *al.*.,2010)

$$TP = (NP / NP + NBr) \times 100$$

Ou NP : Nombre de parasitoïde dans le traitement

NBr : Nombre de bruche dans le traitement

4. Taux de réduction des bruches : (Amèvoïn, 1998)

$$T_{red} = (1 - N/N0) \times 100$$

Ou N0 : Nombre de bruches émergés dans le témoin

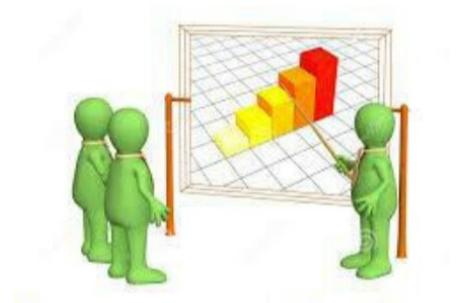
N : Nombre de bruches émergés dans le traitement

5. Sex-ratio de la descendance : Nombre de femelles /nombre de (femelles + males)

4.4. Analyse statistique

- Pour analyser les résultats du modèle de Hamilton, on a réalisé un test binomial où on considère la significativité quand le taux sexuel théorique n'est pas dans l'intervalle de confiance.
- Pour comparer l'utilisation de déférente densité de parasitoïdes sur les populations de bruches, nous avons utilisé une analyse de variance (ANOVA)
- Ces tests sont effectués sous Xlstat 2015 au seuil 50%.de significativité

Résultats et discussion



RESULTATS

1. Influence de la densité de femelles conspécifiques sur la descendance d'*A.calandrae*

1.1. L'effectif des bruches et des parasitoïdes

Les résultats présentés dans la (fig 13), montrent que le nombre de parasitoïdes augmente avec la densité des femelles introduites, le nombre le plus élevé est de 250 dans le lot où sont introduites 45 femelles.

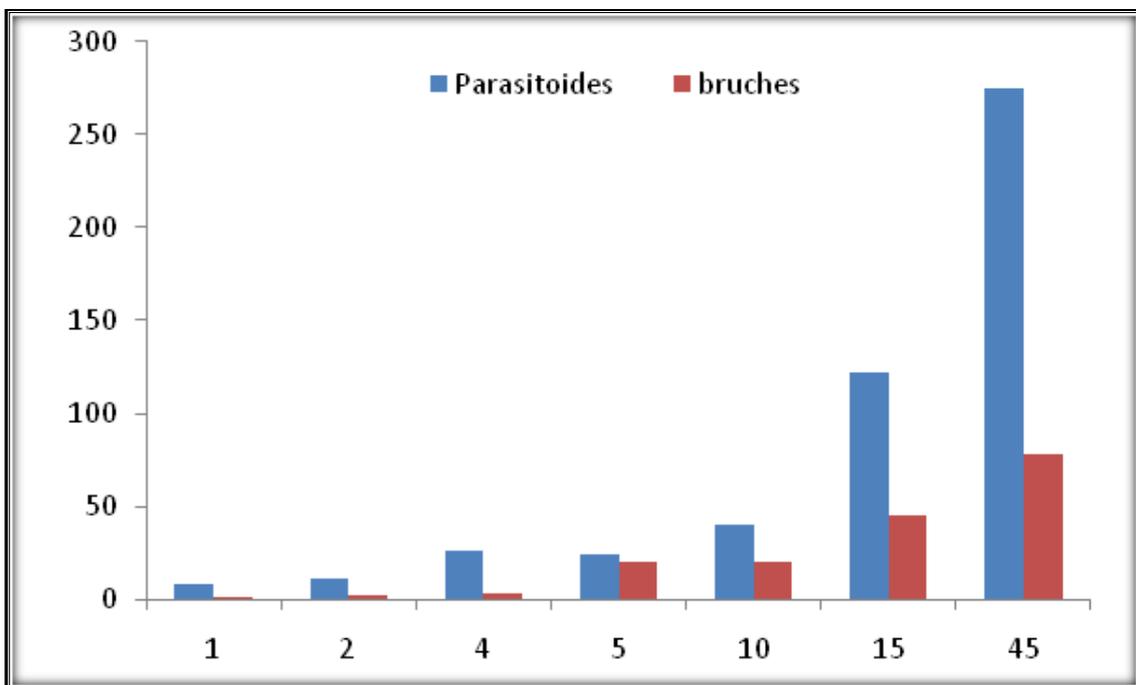


Figure 13 : Effectif des bruches et des parasitoïdes

1.2. Taux sexuel

Nos résultats montrent que le taux sexuel des parasitoïdes émergents suit le taux prédit par le modèle de Hamilton (1979) dans le patch de 1 femelle à 10 femelles (Fig 13), les valeurs théoriques étant comprises dans les intervalles de confiance, lorsque l'on passe à un patch de 15 femelles et en 45 femelles, le taux sexuel observé est significativement différent du théorique, les valeurs du taux théorique n'étant pas comprises dans les intervalles de confiance (Fig 14), le modèle de Hamilton (1979)

prédit un taux de 0,5 (soit un sexe ratio de 1mâle : 1 femelle), alors que nous avons un taux de 0,35 pour ces deux patch (soit un sexe ratio de 1mâle : 2 femelles).

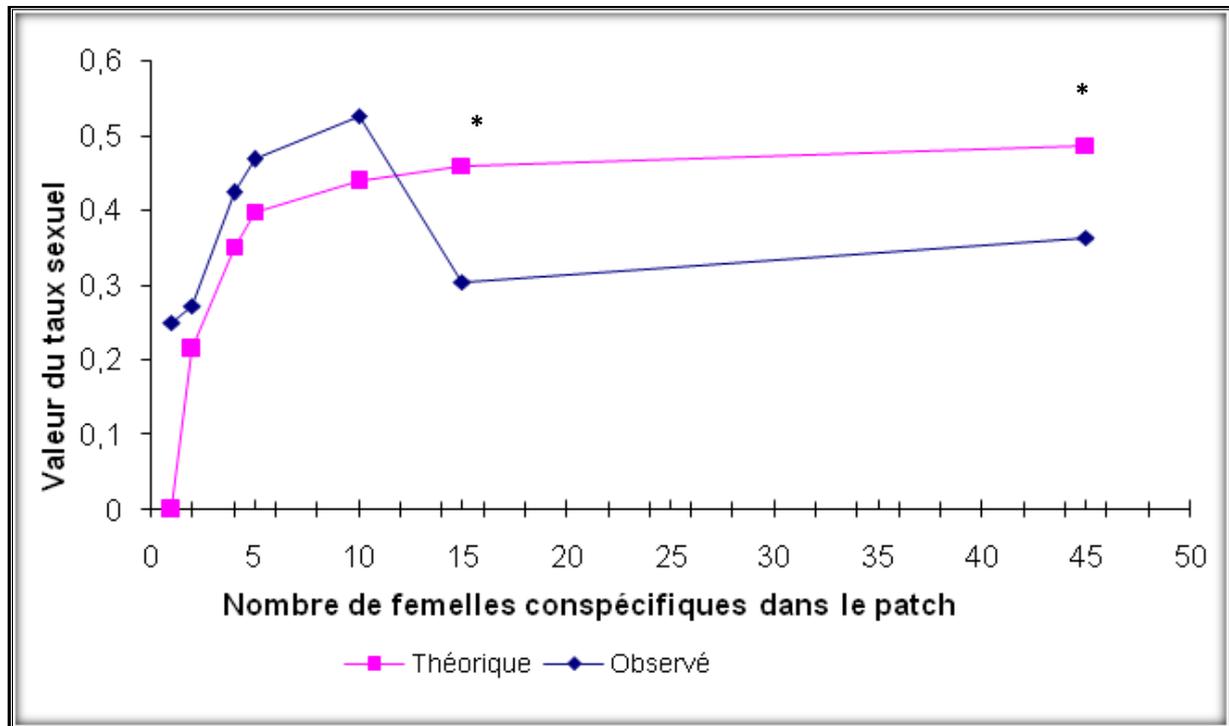


Figure 14 : Représentation du taux sexuel observé et du taux sexuel théorique lorsque le nombre de femelles augmente dans le patch. * : différence significative.

2. Potentiel de suppression des populations de bruches

Un essai de contrôle des populations de bruches en situations expérimentales a été réalisé afin d'étudier l'évolution des populations de bruches ainsi que celle des parasitoïdes dans des conditions climatiques similaires à celles qui règnent dans les stocks. Nous avons introduit le parasitoïdes *A. calandrae* avec des densités de couples (5, 10, 15) dans des boîtes contenant 300 larves (L4) de bruches.

2.1. Effet sur les populations des bruches émergentes

Nous avons obtenus à partir de 300 larves (L4) de *C. maculatus* 691 individus lorsque la bruche se développe sans contrainte parasitaire (en moyenne 230,33 adultes par boîte). Dans les traitements où sont introduites *A. calandrae* l'effectif moyen des bruches émergées est réduit à plus de 1/6 en introduisant 5 femelles parasitoïdes, et diminue de plus en plus en augmentant les densités des femelles jusqu'à atteindre l'effectif moyen le plus faible (12

individus) enregistré pour la densité D15 (Tableau I). L'effectif des bruches émergés diminue significativement en fonction de la densité des femelles d'*A. calandrae* introduite dans les traitements (ANOVA : ddl=3 ; f= 17,276 ; Pr> F = 0,001), le test de comparaison multiple des moyenne nous révèle que l'effet des densités D10 et D15 sont similaires (même groupe homogène).

Tableau I : Variation des effectifs moyen des bruches émergées en fonction de la densité des parasitoïdes introduits. Les lettres correspondent aux groupes homogènes de l'analyse Anovas de différent traitement.

| Densités des femelles introduites | Effectif moyen des bruches |
|-----------------------------------|----------------------------|
| D05 | 105,66±19,31b |
| D10 | 11,33±2.84 c |
| D15 | 12±1.52 c |
| Témoin | 230,33±6.56 a |

2.2. Taux de parasitisme

Les résultats obtenus, illustrés dans le tableau I, montrent que les taux de parasitisme enregistrés augmente avec la densité des femelles introduites (ANOVA : ddl=2 ; Pr > f= 0,081 ; f= 3,947). Le taux de parasitisme le plus élevé est de 92,10% enregistré dans le lot où sont introduites 15 femelles, mais il n'est pas statistiquement différent de celui enregistré dans le lot où sont introduites 10 femelles (même groupe homogènes)

Tableau II : Variation du taux de parasitisme en fonction de la densité des femelles parasitoïdes introduites. Les lettres correspondent aux groupes homogènes de l'analyse Anovas de différent traitement.

| Densités des femelles introduites | Taux de parasitisme |
|-----------------------------------|---------------------|
| D05 | 31,25 ± 10,88 b |
| D10 | 91,81 ± 4,76 a |
| D15 | 92,10 ± 1,8 a |

2.3. Taux de réduction des bruches :

L'introduction des parasitoïdes dans les traitements a montré qu'après trois semaine une réduction du nombre de bruches par rapport au témoin. Le taux de réduction augmente proportionnellement avec la densité des femelles introduite (ANOVA : ddl=2 ; Pr > f=0,098 ; f=3,730). Nous constatons que pour les 3 lots, la densité D15 a enregistré le taux de réduction le plus élevé (95,13%) (Tableau III).

Tableau III: Variation du taux de réduction des bruches en fonction de la densité des femelles parasitoïdes introduites. Les lettres correspondent aux groupes homogènes de l'analyse Anova de différent traitement.

| Densités des femelles introduites | Taux de réduction des bruches |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| D05 | 54,55 ± 11,87b |
| D10 | 94,78 ± 0,69 a |
| D15 | 95,13 ± 1,07a |

2.4. Effet de la compétition sur la descendance des parasitoïdes

En vue d'étudier l'effet de la compétition intraspécifique sur le succès reproducteur, nous avons calculé l'effectif des parasitoïdes émergents et le sex-ratio en fonction de la densité des femelles introduites.

Les résultats du (Tableau IV) indiquent que trois semaines après l'introduction, l'effectif moyen des parasitoïdes émergents augmente de 40,33 (densité D05) à 186,33 (densité D10) puis il diminue jusqu'à 159,33 à la densité D15, mais cette diminution n'est pas significativement différente (ANOVA : ddl=2 ; Pr > f=0,013 ; f=2,92)(P < 0,5). Concernant le sex-ratio les résultats montrent qu'il n'est pas affecté par le nombre de femelles introduites et il est toujours en faveur des femelles. (ANOVA : ddl=2 ; Pr > f=0,48 ; f=0,95).

Tableau IV : Effectifmoyen des descendants etsex-ratio en fonction des densités des parasitoïdes introduits.

| Densités des femelles introduites | Effectif moyen de la descendance | Sex-ratio de la descendance |
|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
| D05 | 40,33±2.24b | 0,65±0,32 a |
| D10 | 186,33±0.42 a | 0,64±0.05 a |
| D15 | 159,33± 1.25a | 0,58±0.04 a |

DISCUSSION

1. Influence de la densité de femelles conspécifiques sur la descendance d'*A.calandrae*

Chez les insectes parasitoïdes, il existe un lien direct entre les comportements menant au parasitisme et le nombre de descendants produits par une femelle (Cook et Hubbard, 1977 ; van Alphen et Vet, 1986 ; Godfray, 1994 ; van Alphen et Jervis, 1996). De nombreux facteurs liés à l'exploitation du milieu sont susceptibles d'influencer le taux sexuel de la descendance produite par les femelles parasitoïdes (Hamilton, 1979) tel que la qualité de l'hôte (sain ou parasité) et la présence des femelles dans le même environnement. Chez *A.calandrae*, les études réalisées par (Benkhellat, 2016) et Slamani et Mounsi (2017) indiquent que le taux sexuel de la descendance d'une femelle est toujours en faveur des femelles, quelles que soient les densités d'hôtes sains étudiées. En présence d'un nombre limité d'hôtes disponibles, les cas de superparasitisme sont nombreux ainsi que les inévitables compétitions larvaires intraspécifiques qui en résultent, au cours des combats larvaires, aucun sexe n'est préférentiellement éliminé.

Les femelles parasitoïdes peuvent ajuster le sex-ratio de leur descendance en fonction des conditions du milieu, le modèle de Hamilton (local mate competition, 1979) prédit que les femelles parasitoïdes modifient le taux sexuel de leurs descendances en fonction du nombre de femelles conspécifiques dans un même patch. Quand le nombre de femelles augmente dans le patch, le taux sexuel sera en faveur des mâles (Hamilton, 1979). D'après nos résultats, *Anisopteromalus calandrae* suit le modèle de Hamilton lorsqu'elle se trouve dans un patch à faible densité de femelles (1 à 10 femelles), mais quand le nombre de femelles conspécifique s'augmente dans le patch (fig. 13), le taux sexuel reste en faveur des femelles. D'autres études ont montré que d'autres espèces ne rentrent pas dans ce modèle comme *Epidinocarsis lopesi* (van Dijken et al., 1989), *Anaphes nitens* (Carbone et Rivera, 2003) ou *Lariophagus distinguendus* (Werren et Simbolotti, 1989). Contrairement à *Dinarmus basalis* qui répond parfaitement à ce modèle.

2. Potentiel de suppression des populations de bruches

Les résultats obtenus après introduction des femelles parasitoïdes sur les populations de bruches *C. maculatus*, montrent que le parasitoïde *A. calandreae* a engendré une diminution de l'effectif de bruches émergents. Nos résultats s'accordent avec les travaux de (Ngamo et al 2007 ; Chaisaeng et al ,2009 ; Benkhellat et al ,2015b), tous ces auteurs confirment l'efficacité de cette espèce à contrôler les populations de *C. maculatus*. Les travaux de Perez-Mendoza et al, (1999) ainsi que Riudavets (2002), affirment aussi l'efficacité de cette espèce sur la population du charançon du riz *Sitophilus oryzae* (*coleoptera : curculionidae*)

Le développement de *C. maculatus* sans parasitoïdes, montrant que le nombre de descendants obtenus à partir de 300 larves est de 230,33 individus en moyenne après trois semaines de stockage, l'introduction des parasitoïdes a réduit les effectifs de bruches jusqu'à 11,33 individu. Les travaux de Benkhellat et al., 2015b, où ils ont introduits des densités modérées de femelles d'*A. calandreae*(2, 4,8), indique aussi que les effectifs des bruches émergents en fonction de la densité des femelles introduites traduisant ainsi le potentiel de cette espèce à contrôler *C. maculatus*.

Dans nos expérimentations, les taux de parasitisme et de réduction les plus élevés sont enregistrés avec les densités 15 femelles et ils sont respectivement $92 \pm 1,8 \%$ et 95,13%, dans les travaux de Benkhellat et al.,(2015b), ils ont enregistré avec la densité 8 femelles un taux de parasitisme de 52,30% et un taux de réduction des bruches de 67,14% , pareillement les résultats de Slamani et Mounsi (2017) indique que les taux de parasitisme et de réduction ont atteint respectivement 98,37% et 99,19%, avec la densité des femelles de 30 femelles, ceci explique que l'action d'*A.calandreae* augmente avec la densité des femelles introduites.

L'évolution de l'effectif de parasitoïdes émergents au cours du temps marque une augmentation considérable puis reste inchangé, cela est en fonction de la densité de parasitoïdes introduits dans le traitement. Des résultats similaires sont aussi obtenus par Slamani et Mounsi (2017). La stabilité apparente de l'effectif était probablement due au superparasitisme, car les femelles après avoir parasité les hôtes sains le quittent rapidement pour en chercher des nouveaux hôtes sains dans les stocks, à défaut de rencontrer des hôtes sains elles ont tendance à superparasiter les hôtes déjà parasités ce qui va engendrer le phénomène de superparasitisme (Benkhellat et al, 2015 a). Ce dernier occasionne une mortalité élevée pendant le développement larvaire sur les populations de bruches, des effets similaires de la densité de parasitoïdes ont été signalés pour *Muscidifurax zaraptor*

(Hymenoptera: pteromalidae) qui est un parasitoïde solitaire de la mouche domestique *Musca domestica* (Wiley, 1979). Comme ces parasitoïdes sont solitaires il est certain que la compétition intra et interspécifique a été défavorable, puisque un seul individu émerge les individus surnuméraires sont éliminés au cours du développement larvaire.

Il se peut aussi qu'il soit la conséquence de la compétition par interférence entre les femelles introduites, la densité élevée des femelles et (15 et 20) et le nombre d'hôtes fournis peut aussi expliquer la stabilité de l'effectif des parasitoïdes émergés. Lorsque plusieurs femelles exploitent simultanément le même patch, elles peuvent interférer les unes avec les autres par des combats physiques. L'interférence chez les parasitoïdes est une diminution de l'efficacité de recherche en relation avec la densité des parasitoïdes (Goubault, 2003)

Les résultats de nos expériences montrent que les femelles d'*A. calandare* engendrent beaucoup plus de femelles que de mâles quand elles sont introduites dans des boîtes contenant que des larves du quatrième stade de *C. maculatus*. Nos expérimentations ont été réalisées dans des conditions standardisées et la quantité ainsi que la qualité de l'hôte fournie étaient fixées (L4), ce qui explique le sex-ratio qui est biaisé en faveur des femelles, Amevoin (1998), a aussi noté qu'en fixant la qualité des hôtes le taux sexuel est en faveur des femelles chez *Eupelmus vuilleti*.

Conclusion



CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Notre travail s'inscrit dans le cadre de la lutte biologique contre *Callosobruchus maculatus*, en utilisant les ennemis naturels. *Anisoperomalus calandrae*, un ectoparasitoïde solitaires nympho-larvophage, se développe aux dépens des larves de *C.maculatus*. Il est utilisé comme agents de contrôle biologique des populations de bruche du haricot.

Les expériences relatives à l'influence de l'environnement social sur la descendance des femelles d'*A. calandrae* exploitant le milieu, montrent que les réponses en termes de fertilité sont fixes. Le sex-ratio est toujours biaisé en faveur des femelles en présence des hôtes de bonne qualité. Les mécanismes par lesquels les femelles perçoivent des femelles conspécifiques reste à déterminer. Néanmoins, l'observation fréquente d'interactions physiques entre les femelles sur un site de ponte laisse supposer de l'influence de ce facteur.

Après avoir analysé l'influence de la compétition intraspécifique sur la descendance de *A. calandrae*, nous avons évalué l'efficacité d'*A. calandrae* sur la dynamique des populations de *C.maculatus* (infestation provoquée expérimentalement) dans des conditions de température et d'humidité proches de celles qui régnaient dans les locaux de stockage. Nous avons étudié l'effet de la compétition intraspécifique sur :

- ✓ le potentiel des parasitoïdes à réduire les effectifs de bruches et
- ✓ les effectifs des parasitoïdes émergeant,
- ✓ sur le sex-ratio de la descendance des parasitoïdes

Les résultats obtenus en infestation provoquée semblent indiquer, dans les limites de nos conditions expérimentales qu'*A. calandrae* est un meilleur candidat pour le contrôle des populations de bruche. En effet, il a diminué les effectifs de bruche, a causé des taux de parasitisme élevés et a produit un grand nombre de descendants dont le sex-ratio est toujours biaisé en faveur des femelles.

Les résultats de cette étude ouvrent la voie à de nombreuses perspectives

- L'importance de la présence des plusieurs femelles dans le même patch à été étudiée, toutefois, aucune donnée n'existe sur les mécanismes engagés dans la perception d'autre parasitoïdes. Aussi l'étude sur l'influence de la compétition intraspécifique par interférence n'a été vue sur une seule génération. Or une compétition sur plusieurs générations pourrait induire des conséquences différentes. Il sera donc nécessaire d'étudier cet aspect.
- Il semble important aussi d'effectuer des travaux pour préciser les conditions d'application de ce parasitoïdes dans l'entrepôt de stockage des légumineuses et des céréales
- Il serait aussi intéressant de pouvoir modéliser l'évolution des populations de parasitoïdes et de bruches de façon à déterminer le moment adéquat et les densités auxquelles doivent se l'introduction des parasitoïdes.

Références bibliographiques



A

- ADAM, T. (1986).** Contribution à la connaissance des maladies du niébé *Vigna unguiculata*.
Thèse de docteur Ingénieur, Université de Rennes (France), 128p.
- ALZOUMA, I., (1995).** Connaissance et contrôle des coléoptères Bruchidae ravageurs des légumineuses alimentaires au Sahel. *Sahel IPM (Mali) 1*, 2-16.
- AMEVOIN, K., (1998).** Activités reproductrices et réponses comportementales de *Dinarmus basalis* (ROND) et *Euplasmus villetti* (Craw) en présence de leur hôte *Callosobruchus maculatus* (FAB) en zone guinéenne au Togo. Thèse de doctorat. Togo. 152 P.
- ARBOGAST, R.T., MULLEN, M. A., (1990).** Interaction of maize weevil (Coleoptera:Curculionidae) and parasitoid *Anisopteromalus calandrae* (Hymenoptera :Pteromalidae) in a small bulk of stored corn. *Journal of Economic Entomology*, 83, 2462-2468.

B

- BENKHELLAT, O., (2016).** Capacités de discrimination des hôtes chez deux hyménoptères parasitoïdes solitaires et étude du potentiel de suppression des populations de bruches en situation de compétition. Thèse de doctorat. Université A.Mira.Bejaia. 22P
- BOIVIN, G., (2001).** Parasitoïdes et lutte biologique : paradigme ou panacée ? In :Vertigo – la revue électronique en sciences de l'environnement [En ligne].

C

- CASWELL, G. H., (1960).** The infestation of cowpea in the western region of Nigeria. *Tropical sciences* 3: 154 – 158.
- CRONQUIST, A., (1981).** An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University, Paris, New York, 1262p.

D

DARROUZET, E., IMBERT, E. ET CHEVRIER, C. (2003).Self-superparasitism consequences for offspring sex ratio in the solitary ectoparasitoid *Eupelmus vuilleti*. *Ento.Exp. et Appl.*, 109. 167-171.

DE LA CRUZ PEREZ, A., ROMERO NAPOLES, J., CARRILO SANCHEZ, J.L., GARCIA LOPEZ, E., GREYER GONZALEZ, R., SANCHEZ SOTO, S. ET PEREZ DE LA CRUZ, M. (2013). Brùquidos (Coleoptera:Bruchidae) Del Estado de Tabasco, Mexico. *Acta Zoologica Mexicana (n.s.)*, 29(1):1-95.

DOUMMA, A., SALISSOU, O., SEMBENE, M., SIDIKOU, R.S.D., SANON, A., KETOH, G.K. ET GLITHO, I.A. (2011). Etude de l'activité reproductrice de *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera:Bruchidae) sur dix variétés de niébé, *Vigna unguiculata*(L.) Walp., en présence ou non de son parasitoïde, *Dinarmus basalis*R. (Hymenoptera:Pteromalidae). *Journal of Animal and Plant Sciences*, 11:1398-1408.

DOUTT, R. L., (1964). Biological characteristics of entomophagous adults. In: *Biological control of insect pests and weeds*. (Ed.) Chapman R. F. & Hate L. I. D: 145-167.

DOUTT, R.L., (1959). The biology of parasitic hymenoptera *Ann.Rev.Entomol.*, 4:161-182.

DO THI KHANH, H., BRESSAC, C., CHEVRIER, C., (2005). Male sperm donation consequences in single and double matings in *Anisopteromalus calandrae*. *Physiol. Entomol.* 30, 29-35.

E

EGGLETON, P., KJ GASTON, (1990). "Parasitoid" species and assemblages: convenient definitions or misleading compromises? *Oikos* 59: 417-421.

F

F.A.O., (2006). Atelier sous régional de la gestion intégrée durable en agriculture des espèces du genre *Striga*. In :
<http://www.fao.org/agriculture/crops/corethemes/them/biodiversity/weeds/issues/tri/en/>

FERY R.L., (1985).The genetics of cowpea: a review of the world literature. In: Cowpea research, production and utilization, S.R. Singh et K.O. Rachie Ed., New York, *Etats-Unis, Wiley*, 25-62.

FISHER R. C. (1961).A study in insectmultiparasitism. II: The mechanism and control of competition for possession of the host. *J. Exp. Biol.*, 38: 605-628.

FLEURRAT – LEUSSARD, F., (1978). Autres méthodes de lutte contre les insectes et cariens des denrées stockées. Coed. AFNOR. I.T.C.F. Paris. pp: 67 – 81.

G

GAUTHIER, G., (1996). Etude d'un ectoparasitoïde solitaire *Dinarmusbasalis*Rond (Hymenoptera : Pteromalidae) en situation de compétition intra- et interspécifique : Activité reproductrice et réponses comportementales. Thèse de doctorat. Tours, 183 p

GHALMI, N., OUNANE, S. M., BEN MOHAMED, A., BEN AMARA, A. ; (2004). Le Vigna en Algérie une culture Ancestrale 2ème conférence méditerranéenne de rhizobiologie 23 – 25mai 2004 Oran. 2p

GLITHO, I.A. (1990). Les Bruchidae ravageurs de *Vignaunguiculata*. En zone guinéenne : Analyse de la diapause reproductrice chez les mâles de *Bruchidiusatrolineatus*Pic. *Thèse de Doctorat*, Université François Rabelais, Tours, 100p.

GODFRAY, H.J.C., (1994). Oviposition behavior. In: parasitoïds, Princeton university Press (Ed).Princeton, new Jersy: 83-149.

GOUBAULT, M., (2003). Exploitation des hôtes chez un hyménoptère parasitoïde solitaire : conséquences adaptatives de la compétition intraspécifique sur les stratégies comportementales des femelles. Thèse de Doctorat. Univ. Rennes 1, 202p.

H

HAMILTON, W.D., (1967). Extraordinary sex ratios. *Science*, 156: 477-488.

HAMILTON, W.D., (1979). Wingless and fighting males in wasps and others insects. In: Sexual Selection and Reproductive competition in insects. Blum, M. S. & N. A., Blum (Ed.). Academic Press, New York, pp. 167-220.

I

ISLAM, W., (1993). The biology of *Anisopteromaluscalandrae*How., ectoparasitoid on *Callosobruchuschinensis*L. *Bangladesh journal of Zoology* 21, 123-132.

ISLAM, W., NARGIS, A., (1994).Control of the pulse beetle, *Callosobruchuschinensis*(L.), in warehouse by a parasitoid, *Anisopteromaluscalandrae*(How). *Int. Pest Control* 36,72-76.

J

JALOUX, B., SANON, A., MONGE, J.P., HUIGNARD, J., (2004).Interspecific relationships between the solitary ectoparasitoid, *Eupelmusvuilleti*(Crw.) (Eupelmidae) and its sympatric species, *Dinarmus basalis* (Rond.) (Pteromalidae) in the presence of their host, *Callosobruchusmaculatus*Pic (Coleoptera: Bruchidae). *J. Insect Behav.* 17,793-808.

JERVIS, M. A., COPLAND, M. J. W. (1996). The life cycle. In: Insect natural enemies: practical approaches to their study and evaluation (Ed. by Jervis, M. A. & Kidd, N. A. C.), pp. 63-161. London.

JERVIS, M.A, KIDD, N.A.C., (1986). Host-feeding strategies in hymenopteran parasitoids. *Biol. rev.*61 :395-434.

K

KEITA, S.M. (2000).Recherche d'un insecticide d'origine botanique en vue de protéger les grains de niébé en stockage contre la bruche à quatre tâches, *Callosobruchus maculatus* en république de Guinée. Thèse de Doctorat en Sciences de l'Environnement. Université du Québec à Montréal, 182p.

KELLOUCHE, A., (2005). Etude de la bruche de pois-chiche, *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae) : biologie, physiologie, reproduction et lutte. Thèse. Doctorat d'état en sciences naturelle. Univ. Mouloud Maméri de Tizi-Ouzou.216p.

KOUAKOU, C.K., MACAULEY, H.R., GUEYE, M.C., OTTO, M.C., RAMI, J.F., CISSE, N. ET PASQUET, R.S. (2007). Diversité génétique des variétés traditionnelles de niébé (*Vigna unguiculata*) au Sénégal : étude préliminaire. *Plant Genetic Resources Newsletter*, 152:33-34.

KREBS, J.R., DAVIES, N.B., (1984). Behavioural Ecology: an evolutionary approach, Krebs J.R. AND DAVIES N.B. (eds), Blackwell Science, Cambridge. L

M

MADAMBA, R., GRUBBEN, G. J. H., ASANTE, I. K. ET AKROMAH, R. (2006). *Vigna unguiculata*. Record from Protabase. Brink, M. & Belay, G. (Editors). PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l'Afrique tropicale), Wageningen, Netherlands.

MILLS, N. J., (2005). Selecting effective parasitoids for biological control introductions: Codling moth as a case study. *Biol. Cont.* 34: 274-282.

MONGE, J.P ET GERMAIN, J.F., (1998). Analyse des stimulations issues de la plante – hôte influençant la recherche d'un substrat de ponte et induisant la ponte de *Bruchidus atrolineatus* Pic (Coleoptera : Bruchidae) : importance des conditions expérimentales. *Insect Sci. Applic.*, 9 :89-94.

MOUNSY, L., SLAMANI, A. (2017). Utilisation des parasitoïdes dans la lutte contre les ravageurs des denrées stockées. Soutenu le 17 juin 2017

O

OILB (1971). Liste d'identification des entomophages 8. Organisation internationale de lutte biologique.

OUEDRAOGO, A.P. (1978). Etude de quelques aspects de la biologie de *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae) et de l'influence des facteurs externes stimulants (plante hôte et copulations) sur l'activité reproductrice de la femelle. Thèse de 3ème cycle, Université Paul Sabatier, Toulouse, 101p.

OUEDRAOGO, P.A. (1991). Le déterminisme du polymorphisme imaginal chez *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae), son importance sur la biologie de cette bruche. *Thèse Doctorat*. Univ. Tours (France), 197p.

OUEDRAOGO, P.A., SOU S., SANON, A., MONGE, J.P., HUIGNARD, J., TRAN, B. ET CREDLAND, P.F. (1996). Influence of temperature and humidity on population of *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) and its parasitoid *Dinarmus basalis* (Pteromalidae) in two climatic zones of Burkina Faso. *Bulletin of Entomological Research*, 86: 695-702.

P

PASQUET, R. ET BAUDOIN, J.P. (1997). Le niébé, *Vigna unguiculata*. In : L'amélioration des plantes tropicales. Ed. Charrier A., Jacquot M., Hammon S., Nicolas D., Montpellier (France), CIRAD-ORSTOM, 483-505.

Q

QUICKE, D.L.J., (1997). Parasitic wasps. Champan et Hall. Imperial College, London. 470p.

S

SANON, A., SOU, S., DABIRE, L.C.B., OUEDRAOGO, A.P. ET HUIGNARD J. (2005). Combining *Bosciasenegalensis* Lam. (Capparaceae) leaves and augmentation and the larval parasitoid *Dinarmus basalis* Rondani (Hymenoptera: Pteromalidae) for bruchids control in stored cowpea. *Journal of Entomology*, 2(1):40-45.

SINGH, B. B., SINGH, S.R. (1992). Sélection de niébé résistant aux bruches. La Recherche à l'IITA 5 - Sept. 1992. 1- 5.

STANTON, W.R. (1970). Les légumineuses à graines en Afrique. *Ed. FAO*, 199p.

T

TAPONDJOU, L, A., ADLER, C., BOUDA, H. ET FONTEM, D.A. (2002). Efficacy of powder and essential oil from *Chenopodium ambrosioides* leaves as post- harvest

grain protectants against six-stored product beetles. *Journal of Stored Products Research*, 38:395-402.

V

VAN DIJKEN, M.J., VAN STRATUM P. ET VAN ALPHEN, J.J.M. (1989). Sex allocation in *Epidinocarsislopezi*: local mate competition. *Entomol. Exp. Appl.*, 52. 249-255.

VAN DRISCHE, A., BELLOWS, T.S., (1996). Biological control .Chapman and hall, New York, 539P.

VENKAT RAO, S., NUGGEHALLI, R. N., PINGALE, S. V., SWAMINATHAN, M. AND SUBRAMANYAM, V. (1960). Effect of insect infestation on stored fieldbean (*Dolichos lablab*) and blackgram (*Phaseolus mungo*). *Food Science*, 9: 79-82.

VINCENT, C., CODERRE, D., (1992). La lutte biologique. Gaëtan Morin Editeur (Montréal) et Lavoisier Tech Doc (Paris), 671 p.

VISSER, M.E., VAN ALPHEN, J.J.M., NELL, H.W., (1992). Adaptive superparasitism and patch time allocation in solitary parasitoids: the influence of the number of parasitoids depleting a patch. *Behaviour*, 144, 21- 36.

W

WAJNBERG, É., RIS N., (2007). Parasitisme et lutte biologique. In : *Ecologie et évolution des systèmes parasités* (Thomas F, Guégan J-F, Renaud F, eds). Bruxelles : De Boekuniversité ; 257-299.

WEIDNER, H., RACK, G., (1984). Table de détermination des principaux ravageurs des denrées entreposées dans les pays chauds. GTZ (Ed.), Eschborn, pp. 83-89.

Résumé

« Lutte biologique contre les ravageurs des denrées stockées »

Ce travail s'inscrit dans le cadre de la lutte biologique contre les populations de *C. maculatus* pour la conservation des graines de Niébé stockées et a pour objectif d'évaluer l'efficacité de parasitoïdes *A. calandrae* contre ces ravageurs. Nous avons étudié en premier lieu l'influence de la densité de femelles conspécifique sur la descendance d'*A. calandrae*. Les résultats montrent que les réponses en termes de fertilité sont fixes et que sont capables d'adaptation comportementales est physiologiques. Nous avons évalué dans la deuxième partie l'effet de l'introduction d'*A. calandrae* sur la population de bruche *C. maculatus* dans les conditions de laboratoire proches de celles qui régnaient dans les locaux de stockage. Nos résultats ont montré que l'introduction de femelles d'*A. calandrae* dans une boîte contenant 250 graines de niébé infestée par 300 larves de *C. maculatus* est largement suffisante pour réduire 95,13% des bruches ce qui fait de cette souche un agent de lutte biologique potentiel contre les ravageurs de légumineuses.

Mots Clés : Niébé, *Callosobruchus maculatus*, *Anisopteromalus calandrae*.

Abstract

« Biological pest control of stored commodities »

This work is part of the biological control of populations of *C. maculatus* for the storage of stored cowpea seed and aims to evaluate the efficacy of *A. calandrae* parasitoids against these pests. We first studied the influence of conspecific female density on a progeny. *calandrae*. The results show that the responses in terms of fertility are fixed and that are adaptable behavioral is physiological. We have evaluated in the second part the effect of the introduction of *A. calandrae* on the *C. maculatus* bee population in laboratory conditions close to those prevailing in the storage rooms. Our result shown that the introduction of female *A. calandrae* in a box containing 250 cowpea seeds infested with 300 larvae of *C. maculatus* is largely sufficient to reduce 95.13 beehives, making this strain a potential biological control agent against legume pests.

Keywords: Cowpeas, *Callosobruchus maculatus*, *Anisopteromalus calandrae*.