



**HAL**  
open science

# Influence de l'environnement sur la reproduction des mâles d'hyménoptères parasitoïdes d'intérêt agricole

Ahmed El-Sabrou, Christophe Bressac

► **To cite this version:**

Ahmed El-Sabrou, Christophe Bressac. Influence de l'environnement sur la reproduction des mâles d'hyménoptères parasitoïdes d'intérêt agricole. 2012. hal-00789329

**HAL Id: hal-00789329**

**<https://hal.science/hal-00789329>**

Submitted on 18 Feb 2013

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**BOURSES DE PERFECTIONNEMENT  
A LA FORMATION**

**Par**

**L'AUF**

Candidat :

**M. Ahmed Mohamed Badr EL-SABROUT**

Université d'Alexandrie  
[elsabroutahmed@yahoo.com](mailto:elsabroutahmed@yahoo.com)

Influence de l'environnement sur la reproduction des mâles  
d'hyménoptères parasitoïdes d'intérêt agronomique

Directeur de travail :

**Christophe BRESSAC**  
Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte  
Université François Rabelais – Tours

[bressac@univ-tours.fr](mailto:bressac@univ-tours.fr)

**(Mai - Juin 2012)**

Mots-clés : développement durable, physiologie de la reproduction, insectes auxiliaires, stress thermiques, stocks de spermatozoïdes.

# Titre : **Influence de stress de la température sur la reproduction chez les mâles d'*Anisopteromalus calandreae***

## **I- Introduction :**

La lutte biologique consiste à la fois à enrichir le milieu en organismes régulateurs (par acclimatation ou lâchers) et à favoriser la survie et la multiplication de l'entomofaune auxiliaire (parasitoïdes) en protégeant les réservoirs naturels. Ainsi, la lutte biologique nécessite la connaissance des **ennemis des insectes** ravageurs pour leur utilisation dans la protection des cultures.

Tous les facteurs de l'environnement qui perturbent la reproduction des insectes peuvent donc constituer des **contraintes** limitant l'efficacité de la lutte biologique. La **température** est le facteur environnemental qui a la plus **forte influence** sur la reproduction des insectes, agissant chez les mâles. L'effet thermique à 38°C est également un facteur potentiel de **perturbation biologique** et leur effet sur le succès reproducteur chez les **mâles**. Le but d'étudier la **reproduction des mâles** est généralement exposé en terme du nombre de descendants produits par individu et capables de se reproduire à nouveau.

L'équipe de Tours a ainsi montré que le stock de spermatozoïdes des mâles d'*Anisopteromalus calandreae* était diminué lorsque les individus éteint soumis à des **contraintes environnementales** pendant leur développement (Lacoume et al., 2009, Thèse Manh N'Guyen en cours).

**Question Biologique : ?** Quel est l'effet d'une température élevée sur la reproduction et la survie des mâles d'*Anisopteromalus calandreae*.

## **II- Matériel et méthodes:**

### **1- Les modèles insectes :**

Les espèces étudiées sont des hyménoptères parasitoïdes et leurs insectes hôtes.

#### **a- Insecte entomophage parasitoïde :**

- *Anisopteromalus calandreae* (Howard)

C'est un insecte modèle du laboratoire d'accueil en France pour les conséquences des contraintes environnementales sur la **reproduction des mâles**. Ce parasitoïde cosmopolite est utilisé en protection des stocks de graines de céréales (riz, maïs, blé) et de légumineuses (haricots, soja, fèves) contre les **coléoptères ravageurs**.

*A. calandreae* appartient à la famille des **Pteromalidae** de la super-famille **Chalcidoidea**.

Les adultes 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 (these\_H\_DoThiKhanh, 2005). Cette espèce est un hyménoptère **ectoparasitoïde** dont les larves se développent à l'extérieur de l'hôte. Elle parasite des larves et nymphes de coléoptères granivores dont les

Bruchidae et peut être considérée comme une espèce *semi-grégaire* en raison d'un groupement des hôtes (van den Assem et al., 1980).

Les femelles pratiquent la **parthénogenèse arrhénotoque** : un mâle est issu d'un œuf non fécondé et une femelle d'un œuf fécondé. Elles insèrent l'ovipositeur dans la graine et paralysent l'hôte (une espèce **idiobionte**). L'ovipositeur est retiré et ensuite introduit de nouveau pour déposer un œuf translucide allongé sur l'hôte ou près de celui-ci (Arbogast & Mullen, 1990). Le développement comporte trois stades larvaires (Islam, 1993). Le premier stade possède 3 paires de stigmates 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 (Islam, 1993).

Cette espèce est **protandre** car les mâles émergent 1 jour avant les femelles (Islam, 1993).

### **Élevage en laboratoire en utilisant le système de graines artificielles :** (THÈSE de Sébastien LEBRETON 2009)

Ce système est composé d'une gélule en gélatine transparente dont le corps est enfoncé à l'aide d'un piston de manière à accueillir une larve de bruche et recouverte du capuchon mimant ainsi la loge nymphale d'une bruche à l'intérieur d'une graine (Gauthier & Monge, 1999; Darrouzet et al., 2003). Le capuchon est percé de cinq trous répartis autour de la gélule, facilitant ainsi les échanges gazeux entre l'intérieur de la graine artificielle et le milieu extérieur. Ces trous permettent également au parasitoïde d'introduire plus facilement son ovipositeur dans la gélule afin de pondre.

L'un des avantages d'un tel système réside dans la transparence des gélules qui nous permet de voir rapidement si une larve a été parasitée ou pas. Ainsi, une larve parasitée peut ensuite être réutilisée pour un test comportemental, ce qui n'aurait pas pu être possible avec une graine naturelle. En effet, le seul moyen de s'assurer du succès du parasitisme dans ce dernier cas serait d'ouvrir la graine qui ne pourrait, par conséquent, plus être utilisée. L'autre intérêt de ce système est de pouvoir retirer ou échanger certaines parties du système gélule hôte-œuf sans affecter l'intégrité du système. Ceci permet de pouvoir retirer les œufs surnuméraires présents dans les gélules tout en laissant l'hôte et la graine intacts, ou bien encore de disposer de chaque partie du système indépendamment les uns des autres lors de tests comportementaux afin de déterminer l'importance relative de chacune de ces parties dans les comportements observés chez les parasitoïdes figure 1.

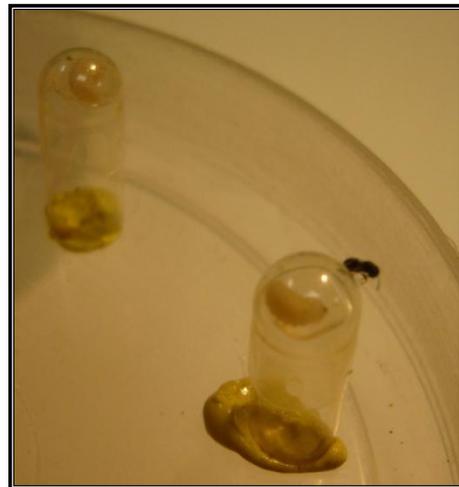


Figure 1 : Système de graines artificielles

Ce système est d'autant plus intéressant qu'il n'affecte pas le comportement de ponte des parasitoïdes (Gauthier, 1996; Gauthier & Monge, 1999).

## **b- Insecte phytophage parasite:**

*Callosobruchus maculatus* (Fabricius)

*Callosobruchus maculatus* est un coléoptère Bruchidae de petite taille (environ 3 mm de long ; 1 mm de large) et de couleur fauve. Un dimorphisme sexuel net au niveau de la coloration des élytres (ailes antérieures) et de la forme du pygidium (extrémité postérieure de l'abdomen) permet de distinguer les mâles et les femelles. La femelle est plus grande que le mâle et est tachetée de noir, tandis que le mâle présente une couleur brune unie.

D'origine africaine ou asiatique, *Callosobruchus maculatus* est actuellement devenu cosmopolite. Après la ponte sur les gousses ou sur les graines de légumineuses, une minuscule larve mobile éclos de l'oeuf, fore son chemin dans les tissus végétaux pour atteindre les cotylédons de la graine. Après 4 stades larvaires (de L1 à L4), la nymphose succède ensuite au stade physiologique de pré-nymphé et conduit à la formation de l'adulte. La bruche effectuera tout son développement larvaire au sein de la graine. L'imago émerge de la graine par un opercule circulaire dans le tégument de la graine, découpé à l'aide de ses mandibules (Gauthier, 1996).

### **Élevage en laboratoire**

La souche de *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera, Bruchidae) provenant du Burkina Faso est entretenue au laboratoire depuis 1991 sur des graines saines de niébé (*Vigna unguiculata*) dans une étuve à 30°C : 32°C

Pour l'obtention des graines parasitées :

- Nous mettons des graines saines en présence de bruches adultes mâles et femelles pendant 48 heures (2 jours) dans la chambre climatisée. Cela permet la ponte des femelles sur graines.
- Les graines parasitées sont conservées en permanence dans la chambre climatisée jusqu'au **18<sup>e</sup> jour** pour permettre le développement des larves jusqu'au 4<sup>e</sup> stade larvaire, L4.
- Ces graines contenant des larves de bruches sont alors séparées en deux parties. **Une partie** reste à l'étuve jusqu'à l'émergence des bruches adultes pour entretenir la souche de *Callosobruchus maculatus* au laboratoire. Les graines sont alors enlevées de la chambre climatisée et sont placées au réfrigérateur à 4°C pour stopper la croissance des larves et pour pouvoir être conservées pendant environ 7 jours.

## **2- Plante hôte de bruchus:** *Vigna unguiculata* (Huignard, 1985)

*Vigna unguiculata* est une légumineuse alimentaire, communément appelée niébé ou cornille dans les pays francophones. Son cycle varie de 70 à 140 jours. Il faut également noter que le niébé est cultivé dans plus des deux tiers des pays en développement, particulièrement en Afrique où le Nigeria et le Niger sont les premiers producteurs. Il constitue la première légumineuse alimentaire dans les systèmes de culture à base de céréales - légumineuses des populations rurales africaines et asiatiques.

*Callosobruchus maculatus*, souvent appelé bruche du niébé, une espèce de coléoptère de Bruchidae vivant en zone sahélienne, est l'un des principaux ravageurs des graines de *Vigna unguiculata*. La larve se développe aux dépens des graines de niébé et cette espèce est capable de détruire complètement un stock de graines en quelques générations. C'est à ce stade de stockage que l'on constate le plus de dégâts causés par les insectes ravageurs phytophages.

### **3- Capacité d'accouplements simples :**

#### **a) Obtention des mâles vierges de 24 heures stressé 3 jours à 38°C :**

Pour obtenir des individus vierges chez *Anisopteromalus calandrae* :

1. On tamise des boîtes de graines en début de matinée afin d'enlever tous les individus qui ont émergé au cours des heures précédentes car ils ont pu s'accoupler.
2. On isole chaque nouvel individu des femelles qui émergent des graines. Cela permet la ponte des femelles sur les gélules (une femelle avec 7 gélules possédant L4 de bruchus) en utilisant le système de graines artificielles pour obtenir la larve éclos de l'œuf et ensuite les nymphes blanches.
3. Nous exposons les nymphes blanches d'*Anisopteromalus calandrae* à 38°C durant 3 jours
4. Nous utilisons des mâles vierges de **24 heures stressé à 38°C** et des femelles vierges de **2 heures**.
5. On fournit comme nourriture un coton imbibé d'eau sucrée (20% de saccharose) pour chaque boîte de rétention (diamètre=10 cm).

#### **b) Étude des accouplements**

1. Accouplements simples (un mâle – une femelle)
2. Placée une femelle vierge de 2 heures du morphe sauvage avec un seul mâle de 24 heures stressé dans une petite boîte de Pétri (diamètre=3 cm).
3. Observé la copulation. Les sexes ont été séparés à la fin de l'accouplement quand le mâle quitte complètement la femelle.
4. Les femelles accouplées ont été isolées chacune dans une boîte de Pétri avec une source d'eau sucrée pendant 24 heures. Une partie de celles-ci a été utilisée pour les dissections et l'autre partie pour l'étude des descendants.

### **4- Quantification des spermatozoïdes**

Le protocole de l'étude de quantification des spermatozoïdes stockés dans la spermathèque des femelles accouplées et dans les vésicules séminales chez les mâles vierges de 1 jour et 21 jours du morphe sauvage stressé à 38°C sont présentés.

1. Disséquée chaque femelle ou mâle est dans une goutte de Hyes (0.9% NaCl ; 0.02% KCl ; 0.02% CaCl<sub>2</sub> ; 0.01% NaHCO<sub>3</sub> ; pH 8.5).
2. On extrait et on transfère la spermathèque de la femelle et les vésicules séminales chez les mâles vierges de 1 jour et 21 jours dans une goutte de Hyes. La spermathèque et les vésicules séminales sont éclatés dans une goutte de Hyes et son contenu est également étalé à l'aide de pinces à dissection.
3. Après une fixation à l'éthanol 100% et une coloration au DAPI (4',6-diamidino-2-phenylindole).
4. Dénombrés les spermatozoïdes présents dans la spermathèque et les vésicules séminales sous microscope à épifluorescence au grossissement X 200.

#### **a- Quantification des spermatozoïdes dans la spermathèque d'une femelle après un accouplement simple**

Nous avons quantifié le nombre de spermatozoïdes stockés dans la spermathèque des femelles accouplées (n=46) une fois avec un mâle vierge de 1 jour du morphe sauvage stressé à 38°C.

#### **b- Quantification des spermatozoïdes dans la spermathèque d'une femelle inséminée après ponte d'œuf:**

Nous avons quantifié le nombre de spermatozoïdes stockés dans la spermathèque des femelles accouplées (n=27) une fois avec un mâle vierge de 1 jour du morphe sauvage stressé à 38°C après ponte d'œuf (18 jours)

#### **c-Quantification des spermatozoïdes dans les vésicules séminales chez le mâle vierge de 1 jour et 21 jours stressé à 38°C :**

Nous avons disséqué le mâle vierge W de 1 jour (n=16) et 21 jours (n=10) stressés à 38°C pour le comptage de spermatozoïdes stockés dans les vésicules séminales des mâles vierges.

### **5- Etude de la descendance**

#### **a. Obtention des graines parasitées :**

- 1- On a mis les *Deux mâles et huit femelles* de *Callosobruchus malucatus* dans une boîte de Pétri contenant une centaine de graines de niébé. Cette boîte est placée dans la chambre climatisée (30°C : 25°C) pendant 8 heures.
- 2- On enlève ensuite les insectes avec des pinces souples ou un aspirateur et on remet la boîte dans la chambre climatisée pendant 18 jours.
- 3- Au bout de 18 jours, on obtient des larves de bruches de stade L4 ou pré-nymphe (Gauthier, 1996).
- 4- Les graines sont alors placées au réfrigérateur à 4°C pour stopper la croissance des larves et sont conservées au maximum pendant 7 jours.

#### **b. Mise en ponte des femelles accouplées :**

- Les femelles **accouplées** sont mises en ponte *séparément* dans un patch contenant 5 graines de niébé collées en cercle au fond du patch à l'aide de patafix
- L'existence de bruches non parasitées qui parviennent au stade adulte montre que la ressource de ponte proposée n'est pas un facteur limitant pour les femelles.
- Les graines sont renouvelées chaque jour (5 graines par femelle par jour) et stockées dans des boîtes de Pétri sur lesquelles sont notés le numéro de la femelle et la date de ponte.
- Les femelles en ponte et les graines récupérées après chaque journée de ponte sont placées dans la chambre climatisée (30°C). A l'émergence, on enlève les bruches non parasitées qui sont parvenues au stade imago, puis on recense et on sexe les descendants de chaque femelle.
- Les résultats sont reportés sur des fiches de suivi quotidien jusqu'à la fin de la période étudiée (18 jours). Les paramètres mesurés sont (1) la quantité des descendants,  
(2) la sex-ratio calculée comme étant la proportion de descendants filles sur la descendance totale et (3) la paternité des descendants après une compétition entre deux mâles différents.

## **6. Capacité de survie Capacité des mâles vierges de 24 h stressé à 38°C de survie :**

Nous utilisons les mâles vierges de 24 h stressé à 38°C qui sont gardés en rétention avec coton imbibé d'eau sucrée (n=21) et les autres mâles ont la même condition, mais sans l'eau sucrée (n=21) dans une chambre climatisée (30°C).

## **7. Analyses statistiques des données:**

Les résultats sont présentés sous forme de moyenne  $\pm$  erreur standard (M  $\pm$  ES). Les logiciels (l'utilitaire d'analyse d'Excel, R 1.9.1) sont utilisés pour les traitements statistiques. La signification retenue est toujours  $p < 0,05$ . Une ANOVA à un facteur est utilisée pour les comparaisons entre les nombres moyens.

Un test-t Student bilatéral est utilisé lors de la comparaison entre deux nombres moyens de spermatozoïdes dans les vésicules séminales des mâles et dans la spermathèque de l'ensemble des femelles inséminées.

## **Resultats et Discussion:**

Nous obtenons les résultats suivants :

### **1- Quantification des spermatozoïdes :**

Toutes les femelles vierges de 2 heures du morphe sauvage placées avec un mâle vierge de 1 jour stressé à 38°C se sont accouplées.

#### **a- Nombre de spermatozoïdes dans la spermathèque d'une femelle après un accouplement simple avec un mâle vierge de 1 jour stressé à 38°C :**

Quand la femelle est accouplée (n= 46) avec un mâle W vierge de 1 jour stressé à 38°C (n= 46), elle stocke en moyenne  $3.521 \pm 77.099$  spermatozoïdes dans sa spermathèque figure (2, 3 et 5), mais le nombre moyen de spermatozoïdes est  $132.04 \pm 10.59$  spermatozoïdes dans spermathèque de femelle qu'est accouplée (n= 46) avec un mâle W vierge de 1 jour control (n= 46) (tableau 1). Le stockage spermatique chez la femelle qu'est accouplée avec ♂W V 1J stressé à 38°C est significative (test-t,  $t = 0.2795$   $df=45$   $p < 0,05$ ).

Tableau 1 : Nombre moyen de spermatozoïdes dans la spermathèque après les accouplements simple.

Accouplements simple	♂W V 1J control Vs ♀V 2h control	♂W V 1J stressé à 38°C Vs ♀ V 2h control
Nombre moyen de spermatozoïdes dans la spermathèque $\pm$ ESM	$132.04 \pm 10.59$ (n = 46)	$3.521 \pm 77.099$



Figure 2: Spermathèque chez la femelle *A. calandrae*



Figure 3 : Spermathèque et leur glande chez la femelle *A. calandrae* .

Figure (4) présente les différences de nombre moyen de spermatozoïdes dans la spermathèque chez la femelle qui est accouplée ( $n=46$ ) une fois avec un mâle W vierge ( $n=46$ ) de 1 jour control et l'autre avec un mâle W vierge de 1 jour stressé à  $38^{\circ}\text{C}$  ( $n=46$ ). Nous observons que le nombre de spermatozoïdes dans la spermathèque de la femelle qui est accouplée ( $n=46$ ) avec un mâle W vierge ( $n=46$ ) de 1 jour control sont classés entre 40 et 400 spermatozoïdes (40, 60, 160 spz  $n=15$  également), (100, 140 spz  $n=8$  également), (80, 280, 300 spz  $n=6$  également), (120, 180 spz  $n=12$  également), (200, 240 spz  $n=2$  également) et (220 spz  $n=3$ ), mais chez la femelle qui est accouplée ( $n=46$ ) avec un mâle W vierge de 1 jour stressé à  $38^{\circ}\text{C}$  sont rangés entre 0 et 60 spermatozoïdes (zéro spz  $n=26$ ), (20 spz  $n=18$ ) et (40 spz  $n=1$ ). On peut dire que 57% de la spermathèque de la femelle qui est accouplée ( $n=26$ ) avec un mâle W vierge de 1 jour stressé à  $38^{\circ}\text{C}$  sont sans spermatozoïdes, 39% ( $n=18$ ) avec 20 spermatozoïdes et 2% ( $n=2$ ) est entre 40-60 spermatozoïdes.

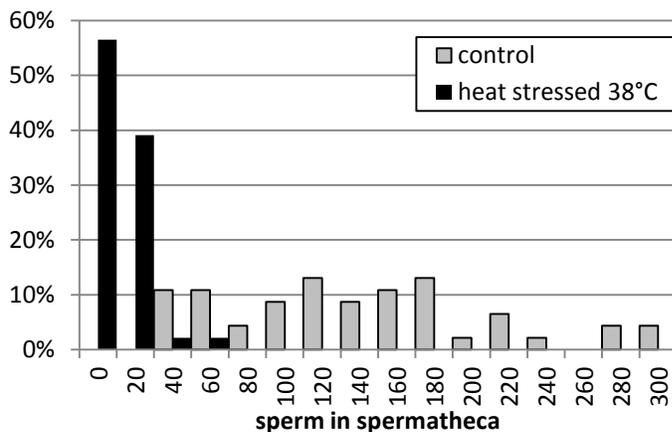


Figure 4 : Nombre moyen de spermatozoïdes stockés dans la spermathèque en relation de leur pourcentage.

Les résultats chez *Anisopteromalus calandrae* ont trouvé que le moyenne de spermatozoïdes dans les spermathèque chez les femelles accouplées avec le mâle vierge de 1 jour du morphe sauvage (W) control ( $30^{\circ}\text{C}$ ) est plus que le moyenne de spermatozoïdes de spermatozoïdes dans les spermathèque des femelles accouplées avec un mâle vierge de 1 jour du morphe (W) stressé à  $38^{\circ}\text{C}$ . Nous observons également des différences dans le stock de spermatozoïdes des mâles stressé à  $38^{\circ}\text{C}$  et les autres mâles control ( $30^{\circ}\text{C}$ ).

En théorie, (Dewsbury, 1982) a cité que le mâle pourrait produire des quantités illimitées de spermatozoïdes mais en pratique, la production des spermatozoïdes est limitée. Les mâles sont limités par le nombre d'éjaculats et le temps requis pour renouveler leur stock de spermatozoïdes après l'accouplement. De plus, la réserve spermatique des mâles peut varier en fonction de leurs traits d'histoire de vie, tels que l'âge et l'expérience sexuelle. Par exemple, les mâles plus âgés produisent des éjaculats plus importants que les mâles jeunes chez la sauterelle *Ephippiger ephippiger* (Wedell & Ritchie, 2004).

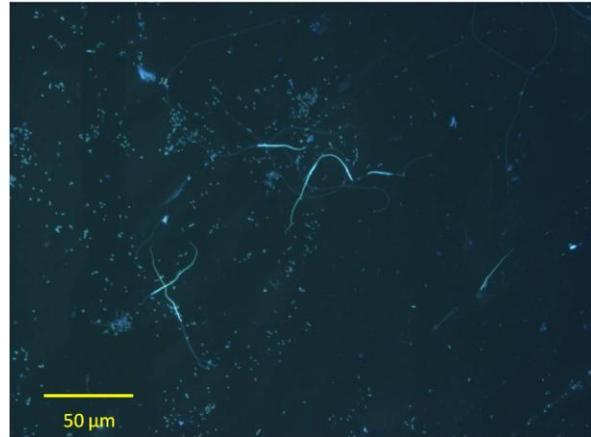


Figure 5 Spermatozoids chez *A. calandreae* .

**b- Nombre de spermatozoïdes dans la spermathèque d'une femelle inséminée après ponte d'œuf:**

La femelle (n=27) est accouplée avec un mâle (n=27) W vierge de 1 jour stressé à 38°C après ponte d'œuf (après deux semaines de pondre), nous notons que la distribution de nombre de spermatozoïdes dans sa spermathèque après ponte d'œuf est classé (zero spz n=20), (1 spz n= 5), (3 spz n= 1) et (7 spz n= 1).

**c- Nombre de spermatozoids dans les vésicules séminales chez le mâle vierge de 1 jour et 21 jours stressé à 38°C**

La comparaison entre deux nombres moyens de spermatozoïdes dans les vésicules séminales des mâles de 1 jour et 21 jours stressés à 38°C.

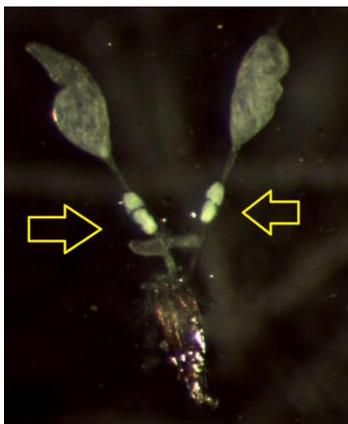


Figure 6 : Appareil génital des mâles *A calandreae* montre les vésicules séminales.



Figure 7 : Vésicules séminales des mâles de *A. calandreae*

## 2- Capacité des mâles vierges de 24 h stressé à 38°C de survie :

Nous notons que les mâles vierges de 24 h stressé à 38°C sont gardés en rétention avec coton imbibé d'eau sucrée (n=21) vivants plus que les autres mâles ont la même condition, mais sans l'eau sucrée (n=21) dans une chambre climatisée (30°C), le tableau suivant montre que les individus des mâles vierges de 24 h sans l'eau sucrée vivants jusqu'au 12 jours environ dès l'émergence, mais nous observons les mâles vierges de 24 h stressé à 38°C (n=21) avec coton imbibé d'eau sucrée sont devenus 48- 52% (n=10-11) être vivant jusqu'au 31 jours dès l'émergence.

On peut distinguer à travers la comparaison entre les deux effets thermiques (38°C & 30°C) sur les mâles un de 1 jour stressés à 38°C et l'autre stressés à 30°C **avec coton imbibé d'eau sucrée**, nous remarquons que les mâles de 1 jour stressés à 38°C sont vivant jusqu'aux 49 jours que ceux stressés à 30°C jusqu'aux 64 jours, mais pas de différence entre les deux effets thermiques (38°C & 30°C) sur les mâles un de 1 jour stressés à 38°C et l'autre stressés à 30°C **sans l'eau sucrée**, nous notons que les mâles de 1 jour stressés à 38°C sont vivant jusqu'aux 12 jours que ceux stressés à 30°C jusqu'aux 13 jours Figure 8.

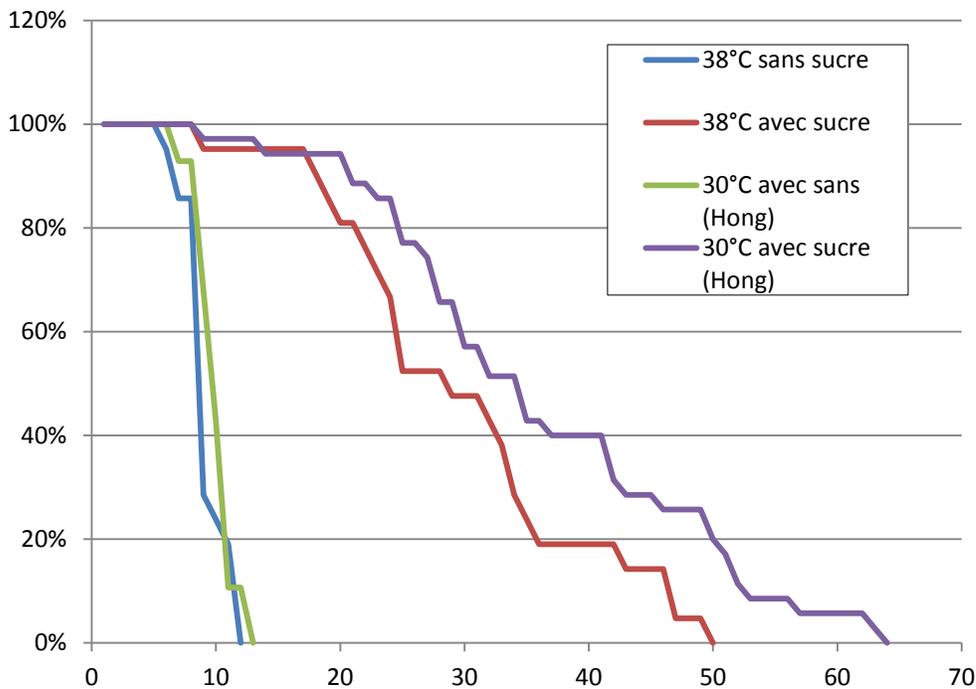


Figure 8 : l'effet thermique (38°C & 30°C) sur la survie du mâle un de 1 jour stressé à 38°C et l'autre stressé à 30°C avec coton imbibé d'eau sucrée et sans l'eau sucrée. Pourcentage d'être vivants (survie) du mâle de 1 j stressé à 38°C et l'autre stressé à 30°C en relation de temps (jour).

### 3- Descendance issue des accouplements simples

L'étude de la descendance des mâles de 1 jour stressés à 38°C (n=28) après un accouplement avec une femelle W (n=28) sont effectués. La mise en ponte de ces femelles accouplées ainsi que le suivi des descendants sont réalisés dans l'étuve climatisée (30°C : 32°C). On arrête le suivi des descendants lorsque moins de 25 % des femelles restent en vie, ce qui correspond au 14<sup>e</sup> jour de ponte dans nos conditions expérimentales.

La sex-ratio de la descendance ( $\frac{\text{♀}}{\text{♀}+\text{♂}}$ ) dans les deux effets thermiques 38°C & 30°C (control) sont différentes, nous obtenons que les descendants produits par femelle et par jour durant ces 14 jours de ponte. La sex-ratio de la descendance produite est biaisée en faveur des descendants femelles dans le cas de 30°C (control) que celui avec stressé 38°C les descendants produits sont mâles, on peut dire que le stress thermique 38°C a donné zéro de femelle (n=12) dans les descendants produits, c'est à dire 42.9% de nombre total (n=28) est sans femelle dans les descendants produits, la sex-ratio de la descendance est 0.1 dans six descendants produits 21.4%, et 0.2 dans trois descendants produits 10.7%.

Dans le cas de 30°C (control), les valeurs de la sex-ratio de la descendance sont 0.8 (n=10) 55.6% et 0.9 (n= 8) 44.4% figure 9 & 10.

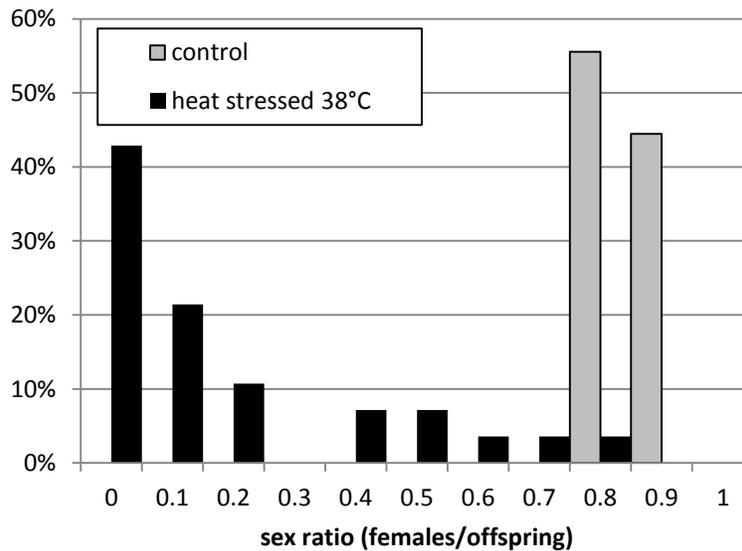


Figure 9 : la sex-ratio de la descendance des mâles de 1 jour stressés à 38°C et des mâles control.

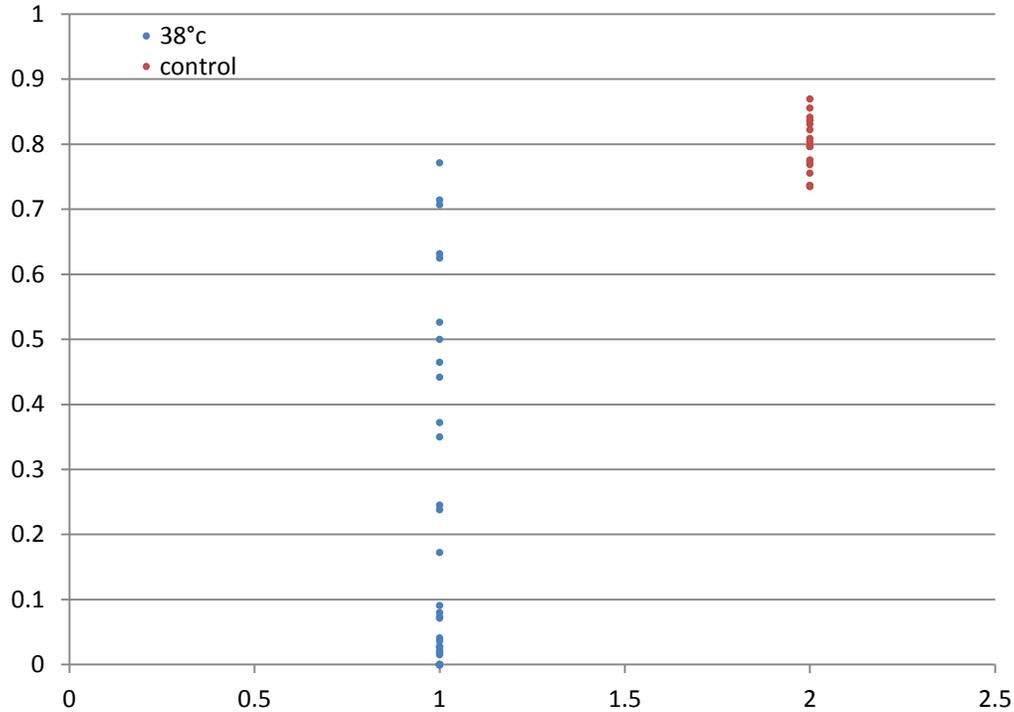


Figure 10 : la sex-ratio de la descendance des mâles de 1 jour stressés à 38°C dans point (1) et des mâles control dans le point (2).

## **Conclusion :**

Nous notons qu'il y a des effets thermique avec la température plus élevée comme 38°C sur l'efficacité de la fertilité en fonction de quantité de spermatozoïdes et la survie chez les mâles d'*Anisopteromalus calandreae*.

Quantité de spermatozoïdes dans la spermathèque et les vésicules séminales qu'ont produits des mâles stressés à 38°C sont plus bas que l'autre produite des mâles control. On a affirmé nos résultats avec l'étude de la descendance des mâles de 1 jour stressés à 38°C qu'a montré que 42.9% (n=12) de nombre total (n=28) est sans femelle dans les descendants produits, mais avec mâles control les valeurs de la sex-ratio de la descendance sont 0.8 (n=10) 55.6% et 0.9 (n= 8) 44.4%.

Nous avons trouvé grand signification entre le nombre moyen de spermatozoïdes est  $132.04 \pm 10.59$  spermatozoïdes dans spermathèque de femelle qu'est accouplée avec un mâle vierge de 1 jour control et l'autre stockage de spermatozoïdes est  $3.521 \pm 77.099$  dans spermatique chez la femelle qu'est accouplée avec ♂ W V 1J stressé à 38°C, ceci on peut dire que le stress de température (38°C) a l'effet plus fort à le stockage de spermatozoïdes chez le mâle vierge 1J.

On peut remarquer que les mâles de 1 jour stressés à 38°C sont vivants jusqu'aux 49 jours que ceux stressés à 30°C jusqu'aux 64 jours **avec coton imbibé d'eau sucrée**, mais pas de différence entre les deux effets thermiques (38°C & 30°C) sur les mâles **sans l'eau sucrée**.

En future, nous pensons d'appliquer ce protocole d'étude chez une autre espèce d'hyménoptère parasitoïde *Microplitis rufiventris* sont comptés parmi les causes de mortalité majeures des insectes ravageurs comme le vers de coton, *Spodoptera littoralis*. *S. littoralis* est un des lépidoptères nuisibles les plus ravageurs dans sa répartition subtropicale et tropicale.

## **Remerciements :**

Ce travail a été réalisé à l'Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte, IRBI UMR, CNRS 6035, UFR Sciences et Techniques de l'Université de Tours, grâce à un financement partiel de l'Agence Universitaire de la Francophonie (AUF).

Je remercie mon directeur Dr. **Christophe BRESSAC** m'a aidé beaucoup à mon travail, j'ai appris beaucoup dans leur Lab. et toujours qui me dirige vers la qualité de mon travail. Je n'oublie pas toutes les démarches que le Professeur Claude Chevrier a fait avec mon travail. Je voudrais remercier tous les membres de l'équipe de Dr. **Christophe BRESSAC** à ses conseils.

## **Références :**

- 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.
- Choi, W. I., Yoon, T. J., Ryoo, M.I. 2001. Host-size-dependent feeding behaviour and progeny sex ratio of *Anisopteromalus calandrae* (Hym., Pteromalidae). *Journal of Applied Entomology* 125, 71-77.
- Darrouzet, E., Imbert, E. & Chevrier, C. 2003. Self-superparasitism consequences for offspring sex ratio in the solitary ectoparasitoid *Eupelmus vuilleti*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **109**, 167-171.
- Dewsbury, D. A. 1982. Ejaculate cost and male choice. *The American Naturalist*, 119, 601-610.
- DoThiKhanh, H. 2005. *Anisopteromalus calandrae* : un modèle pour l'étude du succès reproducteur des mâles. Thèse de Doctorat, 154 pages. Université de Tours, France.
- Gauthier, N. & Monge, J. P. 1999. Could the egg itself be the source of the oviposition deterrent marker in the ectoparasitoid *Dinarmus basalis*? *Journal of Insect Physiology*, 45, 393-400.
- Gauthier, N. 1996. Étude d'un ectoparasitoïde solitaire *Dinarmus basalis* (Hym. Pteromalidae) en situation de compétition intra- et interspécifique : activité reproductrice et réponses comportementales. Thèse de Doctorat, 183 pages. Université de Tours, France.
- Huignard, J. 1985. Importance des pertes dues aux insectes ravageurs des graines: problèmes posés par la conservation des légumineuses alimentaires, source de protéines végétales. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 20, 193-199.
- Islam, W. 1993. The biology of *Anisopteromalus calandrae* How. - Ectoparasitoid on *Callosobruchus chinensis* L. *Bangladesh Journal of Zoology*, 21, 123-132.

- Lebreton, S. 2009. Strategies de ponte en situations de competition chez une guepe parasitoïde. Thèse de Doctorat, 144 pages. Université de Tours, France.
- Van Den Assem, J., Putters, F. A., Prins, Th. C., 1984. Host quality effects on sex ratio of the parasitic wasp *Anisopteromalus calandrae* (Chalcidoidea, Pteromalidae). Netherlands Journal of Zoology 34, 33-62.
- Wedell, N. & Ritchie, M. G. 2004. Male age, mating status and nuptial gift quality in a bushcricket. Animal Behaviour, 67, 1059-1065.

