

Effets de la pré-exposition au soleil et du pré-traitement au froid sur les différents stades de développement de *Callosobruchus Maculatus* (Coleoptera-Chrysomelidae)

[Effects of sun pre-exposure and cold pre-treatment on the different development stages of *Callosobruchus Maculatus* (Coleoptera-Chrysomelidae)]

Mahamadou Amadou NAFISSATOU, Toufique MARIAMA, Chaibou Rabi, and DOUMMA Ali

Département de la Biologie, Faculté des Sciences et Techniques de l'Université Abdou Moumouni de Niamey, BP 10662
Niamey, Niger

Copyright © 2025 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Cowpea, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. (Fabaceae) is a legume that plays an important role in the dietary balance of tropical populations. These seeds are an important source of protein that can make up for the lack of animal protein in food rations in sub-Saharan countries. The Bruchidae family (*Bruchidius atrolineatus*, and *Callosobruchus maculatus*) occupies first place in the diversity of insects that have adapted to cowpea stocks. *Bruchidius* adults colonize cowpea crops from the start of flowering. Females lay eggs on the pods as soon as they begin to form. Larvae and pupae are therefore already present in the harvested products, which are stored in granaries. The larvae penetrate the seeds, at the expense of which they carry out their embryonic post-development. The damage caused by this insect pest can be considerable if no protective measures are taken. To prevent damage caused by *C. maculatus* during cowpea storage, farmers generally expose seeds and pods to sunlight for several days before storing them. The aim of this work was to study the impact of sun pre-exposure and cold pre-treatment on the different development stages of *C. maculatus*. The results obtained show that *C. maculatus* adults are more sensitive to solar radiation than to cold conservation; in the case of pre-exposure to the sun, a 100% mortality rate is observed from 1 h onwards, whereas the same result is obtained at 2h30 min in the case of cold pre-treatment. On the other hand, cold had a greater effect on eggs, L2 larvae and L4 larvae than sunlight. For eggs, a 30 minutes cold pre-treatment gives a 100% mortality rate, whereas pre-exposure to the sun requires 45 minutes. L2 larvae and L4 larvae gave respectively 100% mortality from 2h and 2h30mn cold; while for sun pre-exposure respective durations of 2h30 min and 3h were recorded.

KEYWORDS: impact, cold, development, *C. maculatus*, Niger.

RESUME: Le niébé, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. (Fabaceae) est une légumineuse qui joue un rôle important dans l'équilibre alimentaire des populations des régions tropicales. Ces graines constituent une importante source de protéines pouvant combler les insuffisances en protéines animales des rations alimentaires dans les pays subsahariens. La famille des Bruchidae (*Bruchidius atrolineatus*, et *Callosobruchus maculatus*) occupe la première place de la diversité des insectes qui se sont adaptés aux stocks de niébé. Les adultes de bruches colonisent les cultures de niébé dès le début de la floraison. Les femelles pondent sur les gousses dès que celles-ci commencent à se former. Les larves et les nymphes sont donc déjà présentes dans les produits de la récolte qui seront entreposés dans les greniers. Les larves pénètrent dans les graines aux dépens desquelles elles assurent leur développement poste embryonnaire. Le dommage causé par cet insecte nuisible peut être important si aucune mesure de protection n'est prise. Afin de prévenir les dommages causés par *C. maculatus* lors du stockage du niébé, les agriculteurs exposent généralement les graines et les gousses aux radiations du soleil pendant plusieurs jours avant de les stocker. L'objectif de ce travail est d'étudier l'impact de la pré-exposition au soleil et du prétraitement au froid sur les différents stades de développement de *C. maculatus*. Les résultats obtenus montrent que, les adultes de *C. maculatus* sont plus sensibles aux radiations solaires qu'à la conservation au froid; au niveau de la pré-exposition au soleil un taux de mortalité de 100% est observé à partir de 1h; alors que ce même résultat est obtenu à 2h30mn au niveau du prétraitement au froid. Par contre le

froid agit plus sur: les œufs; les larves L2 et les larves L4 que le soleil. En effet pour les œufs un prétraitement au froid de 30mn donne un taux de mortalité de 100% alors que pour la pré-exposition au soleil il faut une durée de 45mn. Les larves L2 et les larves L4 donnent respectivement 100% de mortalité à partir de 2h et 2h30mn au froid; tandis que pour la pré-exposition au soleil les durées respectives de 2h30 mn et 3h sont enregistrées.

MOTS-CLEFS: impact, froid, soleil, développements, *C. maculatus*, Niger.

1 INTRODUCTION

Les bruches occupent la première place de la diversité des insectes qui se sont adaptés aux stocks de niébé. Les adultes colonisent les cultures de niébé dès le début de la floraison. Les femelles pondent sur les gousses dès que celles-ci commencent à se former. Les gousses et les graines sont déjà infestées au champ avant d'être entreposées dans les greniers. Les larves pénètrent dans les graines aux dépens desquelles elles assurent leur développement post-embryonnaire. Les dommages causés par ces insectes nuisibles, notamment *C. maculatus*, peuvent être importants si aucune mesure de protection n'est prise. Afin de prévenir les dommages causés par *C. maculatus*, lors du stockage du niébé, les agriculteurs exposent généralement les graines et les gousses aux radiations du soleil pendant plusieurs jours avant de les stocker.

La pré exposition au soleil et le prétraitement au froid limitent considérables l'évolution des populations de *C. maculatus* au cours du stockage. Il s'avère donc important d'expliquer ces résultats en précisant les stades développement de *C. maculatus* sur lesquels ces deux méthodes agissaient.

Les effets de ces deux méthodes sur les insectes seraient liés essentiellement à leur activité insecticide sur les adultes en raison de leur capacité physiologique limitée à thermo-réguler Selon [5], [6], [10], [11]. Ces deux facteurs peuvent également avoir des effets insecticides assez poussés en agissant sur les stades de développement précoces de ces insectes notamment les œufs et les larves moins âgées.

Ainsi, la présente étude vise à expliquer les mécanismes d'action de l'exposition solaire et du froid sur les populations des bruches au cours du stockage en déterminant leurs effets sur les différents stades de développement de *C. maculatus*, espèce se maintenant dans les stocks toute l'année.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 SITE D'ÉTUDE

Le site expérimental est situé au sein de l'Université Abdou Moumouni de Niamey/Niger, précisément dans le laboratoire d'entomologie agricole, dont les coordonnées géographiques sont: Latitude: 13°30'N; longitude: 02°08'E et Altitude: 216m (Figure 1).

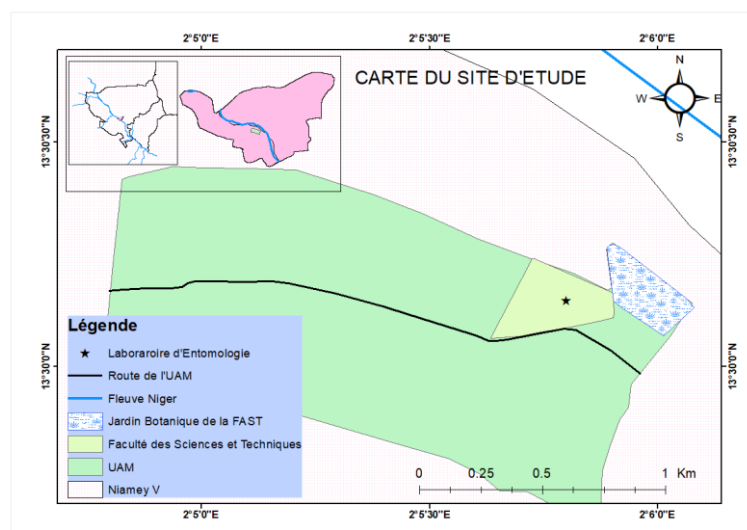


Fig. 1. Zone d'étude (Nafissatou, 2023)

2.2 LA SOUCHE DE NIÉBÉ

Toutes les expériences ont été conduites avec les graines d'une variété locale de niébé. Il s'agit de graines infestées naturellement aux champs qui ont été achetées auprès des producteurs de la commune de Balayera, localité située à 100 Km au Nord-Est de Niamey, capitale du Niger. Ces graines contiennent à priori tous les différents stades de développement des bruches.

2.3 LA SOUCHE DE *C. MACULATUS*

Les adultes de *C. maculatus* (Fig. 2), utilisés au cours des expériences, proviennent de graines infestées naturellement aux champs qui ont été achetées auprès des producteurs de la commune de Balayera.

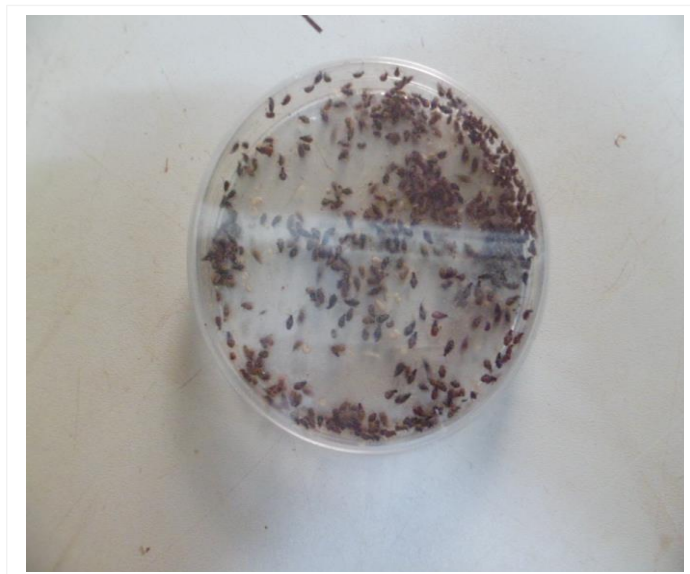


Fig. 2. La souche de *C. maculatus* (Nafissatou, 2023)

2.4 MÉTHODOLOGIE

2.4.1 LES CONDITIONS D'ÉTUDE AU LABORATOIRE

Toutes les expérimentations se sont déroulées dans les conditions climatiques naturelles au laboratoire d'entomologie de la Faculté des Sciences et Techniques de l'Université Abdou Moumouni de Niamey. Durant la période d'étude, les températures ont varié de 24,3°C à 36,7°C et les taux d'humidité relative de l'air ont varié 12,3% à 54%.

2.4.2 L'ÉLEVAGE DES CALLOSBRUCHUS MACULATUS

L'élevage a été conduit à partir d'une souche de *C. maculatus* maintenue au laboratoire d'entomologie appliquée de la FAST. Pour ce faire, 50 couples de *C. maculatus* sont introduits dans une boîte parallélépipède en plexiglas (L = 17 cm; l = 11 cm; h = 4 cm) contenant environ 100 g à 150 g de graines saines de niébé de la variété locale (Fig. 3).

Quarante-huit heures après, les insectes sont retirés par tamisage, les graines ainsi infestées expériences de travaux.



Fig. 3. Dispositif d'élevage de *C. maculatus* au laboratoire (Nafissatou, 2023)

2.4.3 DESCRIPTION DES DIFFERENTS STADES DES LARVAIRES DE *C. MACULATUS*

Le cycle de développement de *C. maculatus* dans les conditions de laboratoire se présente comme suit selon les travaux de Patoin 1978:

2.4.3.1 LE STADE ŒUF

L'œuf de *C. maculatus* de la forme non voilière est asymétrique, arrondi à la base, subconique à l'extrémité. Il mesure de 0,4 à 0,7 mm de long sur 0,3 à 0,4 mm de large. Lorsque la femelle le dépose sur la surface du haricot, il s'aplatit légèrement sur ce substratum auquel il adhère grâce à un liquide expulsé par la femelle en même temps que l'œuf. L'œuf est déposé de préférence sur la face cachée du haricot. Celui-ci peut en porter jusqu'à 37.

2.4.3.2 L'INCUBATION

La durée de l'incubation varie avec la température ambiante. À 20° elle est de 5 jours; à 29°C, elle n'est plus que de 3 jours.

2.4.3.3 LES LARVES

2.4.3.3.1 LA LARVE DE 1ER STADE OU (L1)

La larve 1 apparaît invariablement à l'endroit de dépôt de l'œuf; ce n'est pas une larve libre. Elle reste à l'intérieur de l'œuf, protégée par le chorion pendant 24 à 48 heures puis elle commence à perforer le tégument de la graine pour y pénétrer. C'est une larve de type Chrysomélien. Son corps est blanchâtre et elle possède 3 fines paires de pattes non fonctionnelles. Chez la larve de *C. maculatus*, nous n'observons qu'une seule plaque, la plaque prothoracique. Cette plaque ainsi que la tête et les pièces buccales sont sclérifiées. La larve 1 creuse activement une galerie rectiligne dans l'épaisseur du cotylédon et dès qu'elle y a totalement pénétré, elle mue. Celle-ci intervient vers les 10 e -11 e jours à 20°C et vers les 5 e- 6 e jours à 29°C. La capsule céphalique de la larve 1 de *C. maculatus* a dans les 2 cas une longueur moyenne égale à 0,12 ± 0,01 mm et une largeur moyenne égale à 0,13 ± 0,01 mm

2.4.3.3.2 LA LARVE DE 2E STADE OU (L2)

Différente de la première, elle n'a plus de plaque prothoracique, ni de pattes. Elle est blanchâtre à l'exception de la tête sclérifiée qui est marron-jaunâtre. Elle est de type rhynchophorien. Elle possède une paire d'antennes articulées à 3 articles. Elle continue à creuser le haricot et à se nourrir des réserves qui y sont contenues. Elle grossit et élargit au fur et à mesure la galerie en une première logette. La larve 2 est presque toujours localisée dans le cotylédon de pénétration. La mue intervient vers le 17e et 18e jour après la ponte à 20°C, vers les 8e- 9e jours à 29°C. Les dimensions de la capsule céphalique de la larve 2 sont les suivantes: longueur moyenne: 0,33 ± 0,01mm; largeur moyenne: 0,25 ± 0,01mm.

2.4.3.3.3 LA LARVE DE 3E STADE OU (L3)

Elle est du même type apode que la précédente. Elle continue à creuser et à agrandir la galerie. Elle grossit considérablement dans la 2e logette qu'elle a confectionnée progressivement et mue vers le 24e jour à 20°C et le 14e jour à 29°C. La capsule céphalique de la L3 a aussi augmenté de taille. Sa longueur atteint une moyenne de: 0,50 ± 0,01 mm et sa largeur moyenne de: 0,41 ± 0,02 mm.

2.4.3.3.4 LA LARVE DE 4E STADE OU (L4)

Elle est de même type que L2 et L3. Elle creuse une 3e logette au fur et à mesure qu'elle grossit. La larve 4 peut atteindre 4 mm. La 3e logette à laquelle elle donne une taille définitive est arcquée et n'est plus séparée de l'extérieur que par la fine membrane tégumentaire de la graine. C'est là que s'effectue la nymphose vers le 28e jour après la ponte à 20°C ou vers le 19e jour après la ponte à 29°C. La capsule céphalique de L4 a une longueur moyenne de: 0,77 ± 0,01 mm et une largeur moyenne de: 0,57 ± 0,02 mm.

2.4.3.3.5 LA NYMPHOSE

Comme chez tous les holométaboles, des transformations importantes vont s'opérer pendant la nymphose. La nymphe est au départ blanchâtre et porte encore sur sa face ventrale l'exuvie de la larve de 4e stade. La nymphose a lieu dans la logette n°3, aménagée par la larve 4. Sa paroi est formée par le tégument de la graine. Son pourtour est tapissé par la coque de nymphose. Celui-ci signale que la larve de dernier stade régurgite un fluide habituellement mousseux et laiteux appliquée sur la paroi de la logette. Ce liquide contiendrait des sphérocristaux (composés d'urate) d'après [2], et proviendrait des tubes de Malpighi pour [7], la coque de nymphose est bien fabriquée à l'aide de la substance blanche observée dans les tubes de Malpighi mais après transit par l'intestin et régurgitation. La phase d'accumulation principale de cette substance est au 4e stade larvaire. Elle est cependant visible dès le 3e stade. Chez *C. maculatus* l'état actuel de nos observations ne vous permettent pas d'envisager une hypothèse différente sur l'origine de la coque de nymphose. Nous y observons les mêmes sécrétions blanchâtres. Chez la nymphe les organes se sclérifient grosso mode dans l'ordre suivant: les yeux d'abord, les pièces buccales et les antennes, les pattes, les élytres puis le corps tout entier.

2.4.3.3.6 L'IMAGO

L'imago émerge de la graine en découpant la membrane tégumentaire à l'aide de ses mandibules. C'est un insecte mur, prêt à s'accoupler dans les minutes qui suivent s'il est de la forme non voilière. Dans le cas des imagos de la forme voilière, les organes génitaux sont immatures et on n'observe aucun accouplement dans les 4 ou 5 jours suivant l'émergence. Dans tous les cas, l'âge de l'insecte est déterminé à partir de l'instant où il émerge du haricot et mène une vie libre.

2.5 PROCÉDURES EXPÉRIMENTALES

2.5.1 EFFET DE L'EXPOSITION AU SOLEIL SUR LES DIFFERENTS STADES DE DEVELOPPEMENT DE CALLOSBRUCHUS MACULATUS

Toutes les expériences se sont déroulées entre 12h et 15h au mois d'Avril.

2.5.1.1 EFFETS SUR DES ADULTES DE C. MACULATUS:

L'expérience a consisté à introduire vingt couples de *C. maculatus* âgés d'au plus 24 h dans un bocal en verre de 350ml contenant 100g de graines saines de niébé. Chaque bocal est fermé avec un couvercle portant des trous d'aération équidistants, puis exposé au soleil durant: 0; 15; 30; 45 et 60 mn; au terme de chaque durée d'exposition, les bocaux sont ramenés au laboratoire où il a été procédé au dénombrement des insectes morts 24h après. Pour chacun des traitements, l'expérience est répétée quatre fois. La mortalité est évaluée selon la formule:

$$\text{Mortalité observée} = \frac{(\text{Le nombre total d'insectes morts})}{(\text{Le nombre total d'insectes testés})} \times 100$$

Si la mortalité des Témoins est supérieure à 5 %, il est nécessaire de corriger la mortalité observée au niveau des lots traités par la formule d'Abbott:

$$\% \text{ Mortalité corrigée} = \frac{(\% \text{mort. observée} - \% \text{mort. témoin})}{(100 - \% \text{mort. témoin})} \times 100$$

2.5.1.2 EFFET SUR LES ŒUFS FRAIS

50 graines portant chacune un œuf frais de *C. maculatus* sont introduites dans un bocal en verre de 350ml puis exposées au soleil. Les durées d'exposition au soleil appliquées sont les suivantes: 0 (témoin); 10; 20; 30; 40; 45mn. Pour chacune de ces durées d'exposition, l'expérience est réalisée quatre fois. Au bout de la durée d'exposition, les graines sont transférées dans des boîtes rectangulaires en plexiglass. Dix jours après, le nombre d'œufs éclos et stériles est dénombré dans chaque bocal. Les œufs stériles se distinguent des œufs fertiles par leur aspect translucide. A la fin de l'expérience, le taux de mortalité des œufs est déterminé par le rapport numérique entre le nombre d'œufs non éclos et le nombre total d'œufs.

$$\% \text{ Mortalité des œufs} = \frac{(\text{Nombre d'œufs non éclos})}{(\text{Nombre total d'œufs})} \times 100$$

2.5.1.3 EFFET SUR LES LARVES

L'expérience a porté sur les larves de stades 2 (L2) et 4 (L4) qui selon [12] sont obtenues respectivement à 10 et 12 jours après infestation pour la L2 et 14 à 16 jours après infestation pour la L4. Les durées d'exposition suivantes sont testées: 0, 30 mn, 1h, 1h30, 2h, et 2h30 pour les larves L2; et 0; 30 mn; 1h30; 2h; et 2h30 et 3h pour les larves L4.

Pour chaque durée d'exposition et pour chaque stade larvaire, un bocal contenant 50 graines renfermant chacune une larve est constituée. Au bout de chaque durée d'exposition, les graines sont transférées dans des boîtes rectangulaires en plexiglass puis maintenues au laboratoire jusqu'à l'émergence des adultes qui ont été quotidiennement dénombrés. Le suivi des émergences a duré 10 jours. Pour chaque traitement, l'expérience est répétée quatre fois.

Pour chaque situation, des bocaux préparés dans les mêmes conditions que celles décrites précédemment sont conservées au laboratoire pour servir de témoins.

Aux termes du suivi des émergences, le taux de mortalité larvaire est déterminé, par le rapport numérique entre le nombre total d'individus émergés et le nombre total de larves.

$$\% \text{ Mortalité larvaire} = \frac{(\text{Nombre total d'individus})}{(\text{Nombre total de larves})} \times 100$$

2.5.2 EFFET DU FROID SUR LES DIFFERENTS STADES DE DEVELOPPEMENT DE C. MACULATUS

Toutes les expériences ont été réalisées avec un congélateur de marque Sharp réglé à -6°C; les procédures expérimentales sont identiques à celles utilisées au niveau de l'exposition au soleil. Pour les différents stades imaginaires et pré-imaginaires, les durées d'exposition au froid suivantes sont appliquées:

- **Adultes:** 0, 15 mn, 30 mn, 45 mn, 1h, 1h30, 2h, et 2h30,
- **Œufs frais:** 0, 5 mn, 10 mn, 15 mn, 20 mn, 25 mn, et 30mn,
- **Larves L2:** 0, 30mn, 1h, 1h30, et 2h,
- **Larves L4:** 0, 30mn, 1h, 1h30, 2h et 2h30.

2.6 CHOIX DES TESTS STATISTIQUES

A la fin de l'expérience, les moyennes des effectifs obtenues dans les différents lots ont été comparées en fonction du traitement par une analyse de variance (ANOVA) par le logiciel Genstat 17^e édition. Lorsque l'ANOVA indiquait des différences significatives le test de Student Newman Keuls a été utilisé pour la séparation des moyennes au seuil de probabilité de 5%.

3 RÉSULTATS

3.1 EFFET DE L'EXPOSITION AU SOLEIL ET DU FROID SUR LES ADULTES DE CALLOSOBRUCHUS MACULATUS

Le taux de mortalité au niveau du témoin est resté nul durant toute la période d'exposition (Tableau 1). Par contre, cette mortalité varie lorsque les adultes sont exposés au soleil ou au froid. En effet, dans les deux situations expérimentales, un taux de mortalité de 100% est observé respectivement au bout d'une heure d'exposition pour les insectes exposés au soleil et 2h30 d'exposition pour ceux exposés au froid. Cependant, l'exposition au soleil semble avoir plus d'impact que le froid. Lorsque les insectes sont exposés au soleil, près de 90% des adultes sont tués au bout d'une heure d'exposition. Ce taux n'est observé au niveau du froid qu'au bout de 2h.

Tableau 1. Taux de mortalité des adultes de *C. maculatus* observés dans les différents traitements

	Témoin		Froid		Soleil	
	Nombre d'adultes morts	Taux de mortalité	Nombre d'adultes morts	Taux de mortalité	Nombre d'adultes morts	Taux de mortalité
15mn	0	0%	7±2,004 ^e	17,5%	6 ±1,941de	15%
30mn	0	0%	28±2,004e	70%	18±1,753d	45%
1	0	0%	30±1,884de	75%	27±1,533c	67,5%
1h	0	0%	31±1,891de	77,5%	40±2,004 e	100%
1h30mn	0	0%	32±1,908 de	80%	-	-
2h	0	0%	35±1,944de	87,5%	-	-
2h30mn	0	0%	40±2,004 ^e	100%	-	-

Les valeurs d'une même colonne suivies des différentes lettres alphabétiques présentent de différence significative selon le test de Student Newman Keuls au seuil de probabilité de 5%.

3.2 EFFET DE L'EXPOSITION AU SOLEIL ET AU FROID SUR LES ŒUFS DE CALLOSOBRUCHUS MACULATUS

Les résultats obtenus montrent que les radiations solaires et le froid influencent significativement le développement des œufs de *C. maculatus* (Tableau 2). Au bout de 15 min d'exposition, le taux d'éclosion des œufs est de 67% pour le lot exposé au froid et 82 % pour le lot exposé au soleil. Cependant, le froid semble avoir plus d'effet sur les œufs que les radiations solaires. En effet, au bout de 30 min d'exposition, le taux de mortalité des œufs est de 100% lorsqu'ils sont exposés au froid contre 50 % lorsqu'ils sont exposés au soleil. Pour les œufs exposés au soleil, le taux de 100% n'est observé qu'au bout de 45 min d'exposition.

Quel que soit la durée d'exposition des œufs, le taux d'éclosion enregistré au niveau du lot témoin maintenu au laboratoire (96 à 97 %) est significativement plus important que celui enregistré dans les lots expérimentaux.

Tableau 2. Taux de mortalité des œufs de *C. maculatus* observés dans les différents traitements

	Froid		Soleil	
	Nombres œufs éclos	Taux de fertilité	Nombres œufs éclos	Taux de fertilité
Témoin	96±0,9575e	96%	97± 0,9725f	97%
15mn	67±0,9400c	67%	82± 0,9475d	82%
30mn	0±0,0000 a	0%	50± 0,5025b	50%
45mn	-	-	0± 0,0000a	0%

Les valeurs d'une même colonne suivies des différentes lettres alphabétiques présentent de différence significative selon le test de Student Newman Keuls au seuil de probabilité de 5%.

3.3 EFFET DE L'EXPOSITION AU SOLEIL ET AU FROID SUR LE DEVELOPPEMENT DES LARVES DE CALLOSOBRUCHUS MACULATUS

Le taux de survie larvaire varie de 95 à 86% dans le lot témoin maintenu dans les conditions du laboratoire. Ce taux chute significativement en fonction du stade larvaire et de la durée d'exposition au niveau des lots expérimentaux. Pour les larves L2 (Tableau 3), le taux de survie larvaire devient nul au bout de 2h et 2h30 d'exposition respectivement pour les larves exposées au froid et celles exposées aux radiations solaires. Par contre pour les larves L4 (Tableau 4), le taux de survie larvaire ne s'annule qu'au bout de 3h d'exposition pour les larves exposées au soleil et 2h30 d'exposition pour les larves exposées au froid.

Tableau 3. Le taux de survie des larves L2 de *C. maculatus* enregistrés dans les différents traitements

	Froid		Soleil	
	Nombres de larves L2 mortes	Taux de survie larvaire	Nombres de larves L2 mortes	Taux de survie larvaire
Témoin	5± 0,0500 a	95%	4± 0,0425 a	96%
30mn	12 ±0,1175 b	88%	8± 0,0775 ab	92%
1h	38± 0,3725 d	62%	22± 0,2275 c	78%
1h30mn	59± 0,5825 e	41%	46 ±0,4100 d	54%
2h	100± 1,0000 f	0%	56± 0,5550 e	44%
2h30mn	-	-	100± 1,0000 f	0%

Les valeurs d'une même colonne suivies des différentes lettres alphabétiques présentent de différence significative selon le test de Student Newman Keuls au seuil de probabilité de 5%.

Tableau 4. Taux de survie des larves L4 de *C. maculatus* enregistrés dans les différents traitements

	Froid		Soleil	
	Nombre de larves L4 mortes	Taux de survie larvaire	Nombre de larves L4 mortes	Taux de survie Larvaire
Témoin	3±0,0325 a	97%	6±0,0575b	94%
30mn	8±0,0775c	92%	12± 0,1125d	88%
1h	11± 0,1075d	89%	36±0,3575 e	64%
1h30mn	55±0,5550 f	45%	55±0,5550f	45%
2h	68±0,6775 h	32%	61±0,6075g	39%
2h30mn	100±1,0000j	0%	82±0,8175i	18%
3h	-	-	100±1,0000j	0%

Les valeurs d'une même colonne suivies des différentes lettres alphabétiques présentent de différence significative selon le test de Student Newman Keuls au seuil de probabilité de 5%.

4 DISCUSSION

L'analyse des résultats obtenus au cours de cette étude montre que l'exposition au soleil et le traitement au froid ont des effets sur les différents stades de développement de *C. maculatus*. En effet, quel que soit le stade considéré, on constate que la survie de ces différents stades varie en fonction de la durée d'exposition à ces deux facteurs environnementaux. Les deux traitements appliqués semblent avoir également un effet sur la survie des adultes et le développement larvaire. En effet, dans les situations expérimentales, le taux de survie des adultes, le taux de survie larvaire et le taux d'émergence des adultes sont relativement plus importants dans le témoin que dans les lots traités. Cependant, pour les adultes, l'exposition au soleil semble avoir plus d'impact que l'exposition au froid. En effet, lorsque les insectes sont exposés au soleil, près de 90% des adultes sont tués au bout d'une heure d'exposition au soleil. Ce taux n'est observé au niveau du froid qu'au bout de 2h.

De manière générale, les adultes sont plus sensibles à l'élévation de la température que les larves. Ainsi, il ressort de l'examen de ces résultats, que l'exposition au soleil et le traitement au froid semblent affecter considérablement les différents stades de développement de *C. maculatus* comme l'ont déjà montré ([1], [10], [13]). En effet, ces auteurs ont montré que pour une température supérieure à 50°C tous les stades de développement de ce ravageur sont éliminés au bout de quelques minutes d'exposition. Selon [3], une élimination totale des insectes est observée pendant un temps d'exposition des graines d'au moins d'une heure pour une température comprise entre -16 et -22 °C. Des résultats similaires ont été également observés par [8], pendant un temps court de - 10°C à - 30°C.

L'étude des effets des traitements sur les œufs de *C. maculatus* fait ressortir une augmentation du taux de fertilité des œufs en fonction de la durée d'exposition. Cependant le froid semble avoir plus d'impact sur les œufs que les radiations solaires. En effet, au bout de 30 min d'exposition au soleil, le taux de fertilité des œufs est de 50% alors que, pour cette durée d'exposition, aucun œuf n'a éclos au niveau des œufs exposés au froid. Ces résultats sont en accord avec ceux de [9], qui ont montré que l'exposition des œufs de *C. maculatus* à -10° C pendant 8 h a permis d'obtenir une mortalité de 100%. Dans le même ordre d'idée [4], ont montré une mortalité des œufs de *C. maculatus* de 100% après 14 jours d'entreposage au froid à -18 °C.

Par contre, pour les larves, les résultats obtenus ont montré que, contrairement à ce qui est observé chez les adultes le froid semble avoir plus d'impact que le soleil. Toutefois, quel que soit le traitement considéré, les stades larvaires les moins âgés semblent être les plus sensibles.

5 CONCLUSION

Les résultats obtenus au cours de cette étude montrent que les deux méthodes testées, à savoir le traitement au froid et l'exposition au soleil des graines, limitent considérablement la survie des différents stades de développement de *C. maculatus*. En effet, pour chacun des traitements, le taux de mortalité des stades cible a été plus important dans les lots exposés qu'au niveau du témoin. Parmi les méthodes testées, le traitement au froid semble être plus efficace que la pré-exposition au soleil. Les adultes de *C. maculatus* sont plus sensibles à la pré-exposition au soleil alors que les œufs et les larves semblent être plus sensibles au froid.

REFERENCES

- [1] Begum, S., and A., Mannan, Effect of sunning on different pulse seeds infested by the pulse beetle *Callosobruchus chinensis* (L.). *Bangladesh J. Zool.*19: pp. 262-5, 1991.
- [2] Canzanelli, Studio sul Tonchio del fagiol. Boll. Zool. Agr. Bachic. 2. pp. 47, 1938.
- [3] Fields P. G., The control of stored-product insects and mites with extreme temperatures, *J. Stored Prod. Res.*, vol. 28, no 2, pp. 89 - 118, 1992.
- [4] Johnson, J.A., and K.A., Valero, 2003. Use of commercial freezers to control cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae), in organic garbanzo beans. [Online] Available: <http://hdl.handle.net/10113/11316>.
- [5] Kitch, L.W., Ntoukam, G., Shade, R.E., Wolfson, J.L. and L.L. Murdock, A solar heater for disinfecting stored cowpeas on subsistence farms. *Journal of Stored Products Research*, 28: pp. 261-267, 1992.
- [6] Lale, N., and A. A., Kolo, Susceptibility of eight genetically improved local cultivars of cowpea to *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) in Nigeria. *Int J Pest Manage* 44: pp. 25-7, 1998.
- [7] Lerin J., Aspects et conséquences de la compétition larvaire lors de surpeuplement chez *Acanthocelides obtectus* say. (Coleoptère Bruchidae), Thèse de 3e cycle Univ. F. Rabelais – Tours, pp.1975.
- [8] Leroi B., Pichard B., Bonet A., and J., Montes, Les stocks familiaux de haricots au hlesique et la lutte contre les bruches. In Proceeding 5th International \Fi'orking Conference on Stored Product Protection. ED. Fleur - Lessard et P. Ducom September 9-14. Bordeaux. (3), pp. 1639- 1647, 1990.
- [9] Loganathan M., Jayas D. S., Fields P. G. and N. D. G., White, Low and high temperatures for the control of cowpea beetle *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) in chickpeas. *Journal of Stored products Research* 47: pp. 244-248, 2011.
- [10] Murdock L.L, and R.E., Shade, Eradication of cowpea weevil (Coleoptera: Bruchidae) in cowpeas by solar heating. *American Entomol*, 37: 228-231, 1991.
- [11] Murdock, L.L., Shade, R.E., Kitch, L.W., Noar, W., Chambliss, O.L., Endondo, C. and J. L. Wolfson, Postharvest storage of cowpea in sub-Saharan Africa. In: Singh, B.B., Mohan Raj, D.R., Dashiell, K.E. & Jackai, L.E.N. (Eds), *Advances in Cowpea Research*, pp. 302-312. Ibadan, Nigeria: IITA and JIRCAS. Pp. 375, 1997.
- [12] Toufique B. M., Contribution à la lutte contre les insectes ravageurs des stocks alimentaires par l'utilisation des produits d'origine végétale. Thèse de Doctorat 3e cycle. Université Abdou Moumouni de Niamey, pp. 134, 2001.