

Comportement de vingt variétés de niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) vis-à-vis de *Bruchidius atrolineatus* (Pic) et *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera : Bruchidae)*

Ali Doumma¹
Abbas Issa Liman²
Adam Toudou²
Inezdane Alzouma[†]

¹ Université Abdou Moumouni de Niamey,
Faculté des sciences,
BP 10662,
Niamey,
Niger
<doumma@yahoo.com>

² Université Abdou Moumouni de Niamey,
Faculté d'agronomie,
BP 10960,
Niamey,
Niger
<cresany@refer.ne>
<atoudou@refer.ne>

Résumé

L'incidence de vingt variétés de niébé sur le développement de *Bruchidius atrolineatus* et *Callosobruchus maculatus*, ravageurs de graines de niébé, a été examinée en zone sahélienne dans la région de Niamey au Niger. En culture, l'essai a été conduit selon un dispositif en bloc complètement randomisé à quatre répétitions. À maturité, 100 gousses ont été récoltées dans chacune des parcelles élémentaires et réparties dans des boîtes parallépipédiques à raison de 50 gousses par boîte. Sur chacune des gousses, les œufs et les trous d'émergence des bruches ont été dénombrés. L'examen des résultats obtenus au cours de cette étude, tant au niveau de l'activité de ponte que des émergences des bruches, montre que toutes les variétés de niébé testées ont été infestées par les deux espèces de bruches. Toutefois, le niveau de contamination dépend de la variété de niébé. En effet, les données obtenues aussi bien pour l'activité de ponte que pour les émergences des bruches, ont permis de constater que les variétés 078-84, 041-84, 034-84, 019-84 et 063-84 se sont bien comportées aussi bien dans les cultures que pendant le stockage avec un niveau de contamination très faible contrairement aux variétés TN 5-78, TN 3-78, 057-84, IT90K et 028-84 qui sont les plus infestées. Ainsi, l'utilisation de variétés résistantes semble être un moyen de protection efficace des stocks de niébé contre les attaques des bruches.

Mots clés : *Vigna unguiculata* ; Coleoptera ; Bruchidae ; résistance aux organismes nuisibles.

Thèmes : productions végétales; technologie, récolte, transports ; ressources naturelles et environnement.

Abstract

Response of 20 varieties of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) to *Bruchidius atrolineatus* P. and *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera-Bruchidae)

Bruchidius atrolineatus Pic. and *Calosobruchus maculatus* Fab. (Coleoptera-Bruchidae) are the most important pests of cowpea beans, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. In the Sahel, cowpea infestation by these two bruchid species starts in the field when the plant begins to bear fruit and continues through storage, resulting in substantial damage if no control action is taken. In this study, we examine the reaction of 20 cowpea cultivars to these two bruchid species in the Sahelian zone of Niger. The field trial was carried out with a random block system with 4 repetitions. At maturity, 100 pods were harvested of each cultivar and distributed in two parallelepipedal dishes, 50 pods by dish. We counted the eggs, emergence holes, and number of bruchids. Field and storage results showed satisfactory

response for some of the varieties tested, that is, low levels of bruchid infestation. Initial field infestation was generally very low, although varieties such as 049-84, 050-84 and TN5-78, with more than 69 bruchid eggs, were relatively infested. The global result during storage showed TN5-78, TN3-78, 057-84 and IT90K372-1-2 were the most heavily infested varieties, with an average of more than 124 eggs per pod. On the other hand, 034-84, 048-84, 019-84, 078-84, 063-84, and 041-84 had less than one egg per pod during storage. The analysis of the evolution of bruchids' egg-laying activity showed that the number of eggs, very low at the beginning of storage, increased markedly during storage. It nonetheless varied according to cultivar; it was highest for TN5-78, IT90K372-1-2, 057-84, 028-84, and 022-84, and very low for 034-84, 041-84, and 019-84. Results were the same for the emergence of adults: there were very few adult bruchids at the beginning of storage but the number increased considerably in all batches. Again, however, it varied according to cultivar; it was highest for 028-84, TN5-78, IT 90K372-1-2, 057-84, TN3-78 and 022-84, and lowest for varieties 078-84, 034-84, 048-84, 041-84, 063-84, 019-84, TN121, and 050-84 during the overall storage period, with less than one emergence hole per pod. For some cultivars, the number of adult bruchids was not proportional to the number of eggs deposited. Comparison of rate of emergence and number of eggs deposited according to cultivar showed, for example, that 028-84, which received fewer eggs than TN5-78, had a relatively higher emergence rate. This suggests that the varieties tested do not all have the same mechanism of resistance. The use of resistant cultivars appears a promising method for protecting cowpeas from bruchid attacks.

Key words: *Vigna unguiculata*; Coleoptera; Bruchidae; pest resistance.

Subjects: vegetal productions; technology, crop and transportation; natural resources and environment.

En zone sahélienne, deux espèces de Coléoptères Bruchidae, *Bruchidius atrolineatus* (Pic) et *Callosobruchus maculatus* (F.), se développent aux dépens des gousses et des graines du niébé (*Vigna unguiculata* (L) Walp). L'infestation des gousses par ces insectes débute dans les cultures en début de fructification de la plante.

Les femelles de *C. maculatus* semblent opérer un choix de site de ponte en déposant 60 % de leurs œufs sur des gousses jaunissantes. Ces œufs sont collés sur les parois latérales des gousses [1].

Les femelles de *B. atrolineatus* ont plutôt un comportement opportuniste en déposant leurs œufs sur le stade phénologique le plus abondant dans les cultures. Ces œufs de forme allongée sont déposés le long des sutures des gousses [2].

Après l'éclosion, la larve néonate pénètre à l'intérieur de la graine en perforant la partie du chorion de l'œuf accolée au substrat de ponte, puis le tégument de la gousse, et ensuite celui de la graine. Une fois à l'intérieur, ces larves se développent en consommant les réserves contenues dans les cotylédons de la graine [1, 3]. La durée de développement de la larve varie suivant les conditions dans lesquelles celui-ci se fait et comporte quatre stades larvaires et un stade nymphal [4, 5].

En zone sahélienne, cette durée de développement est en moyenne de 28 jours [6].

L'infestation se poursuit ensuite dans les stocks où les dégâts peuvent être considérables si aucune mesure de protection n'est mise en œuvre.

Selon Alzouma [2], 60 à 70 % des gousses sont dégradées au bout de 8 mois de stockage dans la région de Niamey au Niger.

Face à cette situation, toute une panoplie de méthodes de lutte ont été envisagées, dont l'utilisation de variétés résistantes aux bruches.

Selon Pathak et Saxena [7], la résistance variétale est le moyen le plus simple, le plus économique et le plus efficace de lutter contre les ravageurs et les maladies. Elle génère moins de dépenses technologiques, n'est pas dangereuse pour l'environnement et est, en général, compatible avec d'autres méthodes de lutte anti-ravageurs.

Arnason *et al.*, Dobie, ainsi que Kossou *et al.* [8-10] ont montré que la résistance variétale comme méthode de contrôle anti-ravageurs est un facteur important dans le système de lutte intégrée contre *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera : Curculionidae).

Mesurant le taux de développement et de survie larvaire de *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera : Bostrichidae) sur différentes variétés, Meikle *et al.* [11] ont montré qu'une variété locale mexicaine peut réduire le taux de survie larvaire d'environ 90 %.

D'après les données bibliographiques, peu de variétés résistantes aux bruches adaptées à l'écosystème sahélien ont été mises au point.

Deux cultivars de niébé résistants aux bruches ont été sélectionnés par l'IITA (*International Institute for Tropical Agriculture*) d'Ibadan au Nigeria : il s'agit de Tvu 2027 pour les graines et de TVU 4200 pour les gousses [12].

Étudiant le comportement vis-à-vis de *C. maculatus* de huit variétés locales de niébé améliorées par l'IITA, Lale et Kolo [13] ont observé que les variétés Kananado, T189KD391 et Dan'ila avec des indices de susceptibilité (SI) respectifs de 0,0, 2,2 et 2,6, se sont avérées résistantes aux attaques de cette espèce alors que les variétés Babura-4, IT89KD-374, Bausse - local, IT89KD-349 et Aloka - local avec des indices SI respectifs de 11,2, 10,9, 7,5, 7,2 et 6,5, se sont montrées sensibles avec des taux d'infestation élevés.

Pour identifier de nouvelles variétés de niébé résistantes aux insectes ravageurs

et contribuer ainsi à la protection durable des stocks, nous avons étudié le comportement de plusieurs variétés de niébé, dont des variétés locales précitées.

Matériel et méthode

Variétés testées

Au cours de cette étude, le comportement de vingt variétés de niébé (tableau 1) vis-à-vis des bruches a été testé.

Dispositif expérimental

Les essais ont été conduits durant la saison culturale 2000 sur le terrain expérimental de la faculté d'agronomie (FA) de l'Université Abdou Moumouni de Niamey (UAM) dans la région de Niamey située dans la partie ouest du Niger. Du point de vue pédologique ce terrain présente un sol sablonneux limoneux.

Le dispositif utilisé pour le semis des variétés est un bloc complètement rando-

misé à quatre répétitions. Les parcelles élémentaires mesuraient 10 m x 3 m et étaient toutes séparées par une allée de 3 m. La densité entre et dans les lignes est de 1 m x 1 m.

Méthode d'échantillonnage et paramètres étudiés

La méthode d'échantillonnage consiste à récolter le même jour et au hasard 100 gousses mûres de chacune des variétés. Ces gousses ainsi récoltées sont placées dans des boîtes parallélépipédiques à raison d'une variété par boîte et de deux répétitions de 50 gousses par variété. Ces gousses sont ensuite transférées au laboratoire (LD 12 :12h, 33-23 °C, rh. 50-70 %) où plusieurs paramètres sont étudiés.

Détermination de l'infestation initiale des gousses

Le niveau d'infestation initiale des gousses a été déterminé à partir du dénombrement des œufs pondus sur les gousses et des trous d'émergence des adultes.

Évolution de l'infestation des gousses au cours du stockage

Les gousses ont été ensuite conservées au laboratoire où, chaque mois, on a procédé à un suivi de l'activité de ponte et des émergences des deux espèces de bruches comme décrit ci-dessus.

Les effectifs totaux d'œufs sont obtenus en comptant tous les œufs déposés sur les gousses depuis le terrain jusqu'au temps d'observation (t). Il en est de même pour les effectifs d'adultes de bruches qui sont obtenus par dénombrement des trous d'émergence.

Traitement statistique des résultats

Pour chacun des paramètres étudiés, les données ont été soumises à l'analyse de variance et la séparation des moyennes a été faite selon le test de comparaison multiple de Duncan ($p = 0,05$).

Tableau 1. Caractéristiques des variétés testées au cours de l'expérience

Table 1. Characteristics of the varieties tested.

Variétés	Origine	50 % floraison (JAS)	50 % maturité (JAS)	Longueur du cycle (jour)	Longueur des gousses (cm)
017-84	Tokawa (Niger)	64	75	88	9,5-14
TN3-78	INRAN (Niger)	55	75	88	10,7-17,4
049-84	Boukouzawa (Niger)	57	75	95	9-14
044-84	Gaweye (Niger)	53	73	88	10-15
078-84	Ballan Koré (Niger)	63	81	95	8,5-15,3
028-84	Tsamia Bakoye (Niger)	53	70	88	10,2-16,5
035-84	Sabongari (Nigeria)	70	80	97	9,3-16,5
031-84	Maguiza Kagnou (Niger)	66	81	95	9-14,6
TN121-80	INRAN (Niger)	58	75	88	11-14
019-84	Dan Méro (Niger)	51	75	88	10,2-15
034-84	Dan méro (Niger)	64	81	95	10,5-13
022-84	Dan Dambaza (Niger)	61	75	88	9,3-18,5
TN5-78	INRAN (Niger)	51	70	88	7,6-12,9
050-84	Nigeria	51	66	76	10,8-17
048-84	Lolacat (Niger)	61	81	95	8,5-13,9
057-84	Illéla (Niger)	53	63	88	10-13,5
IT90K372-1-2	IITA (Nigéria)	54	73	88	7,7-13,5
063-84	Kotari (Niger)	64	81	97	10-15,5
041-84	Abalack (Niger)	46	68	88	9,2-12
084-84	Guilmé (Niger)	73	81	97	9-14

Le nom entre parenthèses indique le pays dans lequel se situe le village d'origine. JAS : jours après semis.

Résultats

Activité de ponte et développement des bruches dans les cultures

Activité de ponte des bruches dans les cultures

L'analyse des résultats observés dans les cultures (*tableau 2*) montre que les gousses de toutes les variétés testées ont reçu des pontes des deux espèces de bruches, et majoritairement *B. atrolineatus*.

Lorsqu'on examine les effectifs cumulés d'œufs des deux espèces, on constate que les variétés 049-84, 050-84 et TN5-78, avec plus de 69 œufs par gousse, sont significativement plus infestées au champ que toutes les autres variétés qui présentent moins de 22 œufs par 50 gousses.

Émergences des bruches dans les cultures

Les effectifs d'adultes des deux espèces de bruches ayant émergé des gousses ont été faibles sur toutes les variétés considé-

rées (*tableau 2*), avec cependant des différences variétales significatives (13 émergences sur 50 gousses sur IT90K372-1-2) comparé à une seulement sur 084-84, 035-84 et 078-84).

L'analyse de la *figure 1* (champ) montre que les effectifs d'adultes qui émergent des gousses sont proportionnels aux effectifs d'œufs déposés, ce qui implique que toutes les variétés testées ne semblent pas avoir une incidence sur le développement des larves une fois à l'intérieur des gousses.

Comportement des variétés testées vis-à-vis des bruches pendant le stockage

Activité de ponte

Il ressort de l'examen des résultats globaux (*tableau 3*) enregistrés à la fin de la période de stockage que les variétés TN5-78, TN3-78, 057-84 et IT90K372-1-2 sont les plus infestées, avec une moyenne de plus de 124 œufs par gousse. En revanche, les variétés 034-84, 048-84, 019-84, 078-84, 063-84, 041-84 se sont bien com-

portées au cours de la conservation, avec moins d'un œuf par gousse.

L'analyse des résultats de la *figure 2* montre que l'activité de ponte des bruches, faible dans les cultures, évolue durant le stockage de façon considérable au niveau de certaines variétés.

En effet, lorsqu'on analyse l'évolution temporelle de l'activité de ponte des bruches en fonction des variétés testées, on constate que ce paramètre (*figure 2*) a évolué de façon très importante pendant la période de stockage au niveau des variétés TN5-78, IT90K372-1-2, 057-84, 028-84 et 022-84 ; en revanche, pour les variétés 034-84, 041-84 et 019-84, la contamination est demeurée relativement faible, voire constante, pendant toute la période de conservation des gousses.

Évolution des émergences des bruches pendant le stockage

L'examen des résultats de la *figure 3* montre, tout comme pour l'activité de ponte, et cela quelle que soit la variété considérée, une évolution des effectifs d'adultes de bruches au cours de la

Tableau 2. Effectifs d'œufs et d'adultes de bruches par 50 gousses observés en fonction des variétés testées dans les cultures.

Table 2. Number of bruchid eggs and adults observed in field in function of the varieties tested.

Variétés	<i>Callosobruchus maculatus</i>	<i>Bruchidius atrolineatus</i>	Effectifs totaux d'œufs	Effectif total de bruches	Taux d'émergence (%)
049-84	4	123	127 A	9,5 AD	7,5
050-84	20	81	101 B	8 BE	8
TN5-78	6	63,5	69,5 C	11,5 AB	16,7
022-84	7	14,5	21,5 D	2,5 FH	11,7
031-84	5,5	14	19,5 D	3,5 EF	18
078-84	3	15	18 D	1 H	5,5
057-84	3	15	18 D	6,5 DG	36
TN3-78	3	13,5	16,5 D	3,5 EF	21,5
IT90K	5	11	16 D	13 A	81,5
019-84	4	10	14 D	11 AC	79
028-84	3	8	11 D	5,5 DH	50
TN121-80	2	8,5	10,5 D	7 CF	67
044-84	2	7	9 D	6 DH	67
035-84	2	6,5	8,5 D	1 H	12
041-84	1,5	7	8,5 D	4 EF	47
063-84	1	6	7 D	4,5 EF	64,5
034-84	1	5,5	6,5 D	5 DH	77
017-84	2	4,5	6,5 D	1,5 GF	23,5
048-84	1	2,5	3,5 D	2,5 EF	71,5
084-84	1	1,5	2,5 D	1 H	40

Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes selon le test de Duncan ($p = 0,05$).

Discussion

Les résultats obtenus au cours de cette étude tant au niveau de l'activité de ponte que des émergences des bruches, montrent que toutes les variétés de niébé testées ont été infestées par les deux espèces de bruches présentes sur le terrain, à savoir *B. atrolineatus* et *C. maculatus*, ce qui est en accord avec les observations d'Alzouma [2] et de Doumma [6].

Toutefois, le niveau de contamination dépend de la variété de niébé testée. En effet, les données obtenues aussi bien pour l'activité de ponte que pour les émergences des bruches, indiquent que les variétés 078-84, 041-84, 034-84, 019-84 et 063-84 se sont bien comportées aussi bien dans les cultures que pendant le stockage avec un niveau de contamination très faible.

Cela permet, comme l'a établi Painter [14], de classer ces variétés en deux catégories et cela en fonction des niveaux d'infestation des gousses :

- les variétés de classe I relativement sensibles aux bruches : ce sont les variétés qui ont reçu plus de 100 œufs de bruche par gousse. Dans cette classe, on peut distinguer des variétés très sensibles comme TN5-78, TN3-78 IT90K372-1-2 et 057-84 ainsi que des variétés moyennement sensibles comme 028-84 ;
- les variétés de classe II relativement résistantes aux bruches : ce sont les variétés qui ont reçu moins de 100 œufs de bruches par gousse. Dans cette classe, on peut distinguer des variétés très résistantes avec moins de 10 œufs de bruche par gousse et des variétés moyennement résistantes comme la variété 049-84 qui a reçu plus de 40 œufs de bruches par gousse.

Ainsi, il apparaît clairement qu'au niveau de toutes les variétés testées, la résistance se traduit par une réduction considérable de l'activité de ponte des bruches. Ces variétés semblent avoir des gousses et/ou des graines dont le tégument ne semble pas constituer un substrat de ponte favorable aux bruches. Cette forme de résistance est qualifiée d'antixénose [14, 15].

Ce phénomène d'antixénose a été mis en évidence chez le dolique de Chine par Cuthbert et Davis [16]. Ces auteurs ont montré que la préférence du charançon adulte *Chalcodermus aenus* pour les gousses de variétés particulières du dolique de Chine ainsi que la pénétration

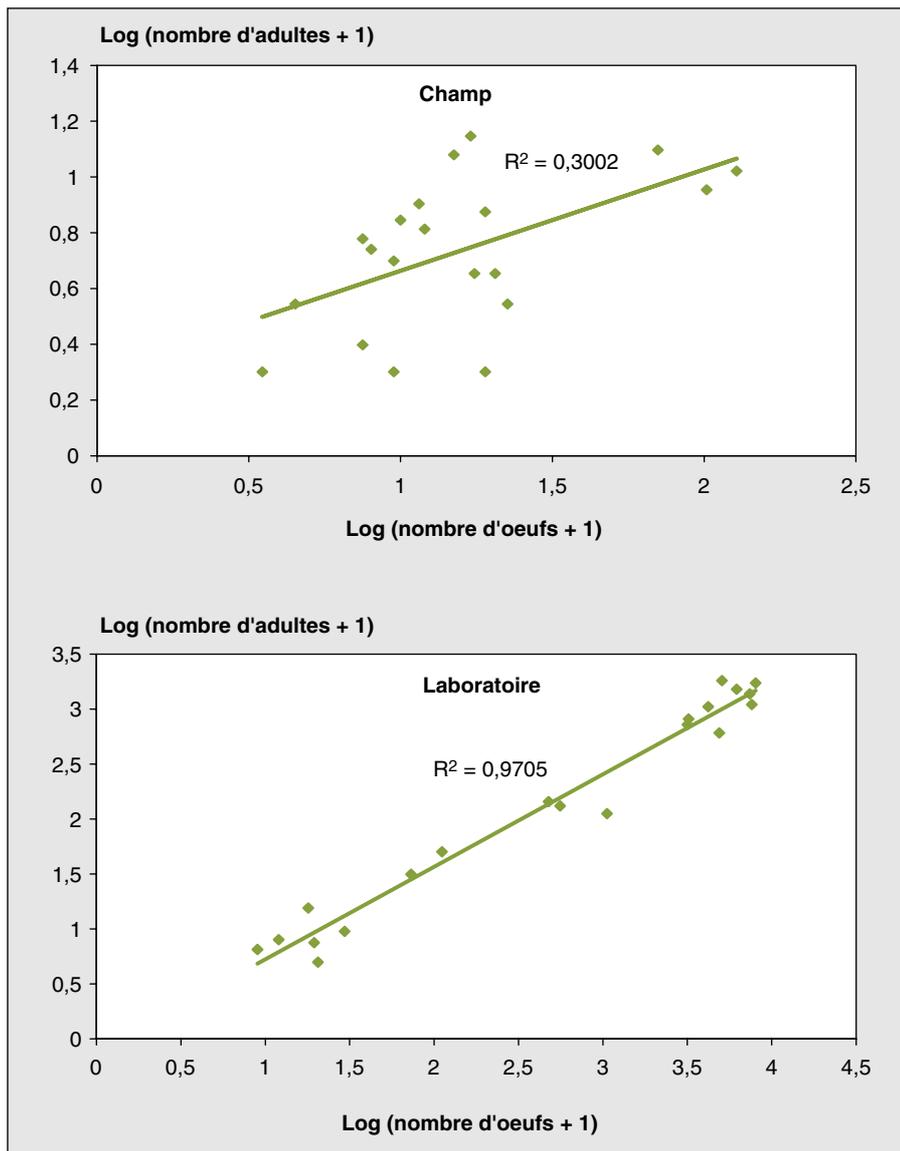


Figure 1. Évolution des effectifs d'adultes en fonction des effectifs d'œufs déposés au champ et au cours du stockage (laboratoire).

Figure 1. Evolution of number of bruchid adults in function of number of eggs in field and through the storage period (laboratory).

période de stockage. En effet, les effectifs d'adultes de bruches, faibles en début de stockage des gousses, ont augmenté considérablement dans tous les lots étudiés.

Toutefois, le degré de cette évolution varie selon la variété testée. L'augmentation des effectifs d'adultes de bruches a été plus importante chez les variétés 028-84, TN5-78, IT 90K372-1-2, 057-84, TN3-78 et 022-84 pour lesquelles on a enregistré les effectifs les plus importants d'adultes. En revanche, cette évolution s'est faite de manière très lente, voire même nulle, pour les variétés 078-84, 034-84, 048-84, 041-84, 063-84, 019-84,

TN121 et 050-84 où les émergences ont été faibles pendant toute la période de stockage, avec moins d'un trou d'émergence par gousse.

Il ressort également de l'analyse de ces résultats (figure 1 - laboratoire) que pour toutes les variétés testées, les effectifs d'adultes recensés sont proportionnels aux effectifs d'œufs de bruches déposés sur les gousses. Cela confirme les résultats observés dans les champs qui ont montré que les différentes variétés testées n'ont aucune incidence sur le développement larvaire.

Tableau 3. Effectifs d'œufs et d'adultes de bruches observés pendant la période de stockage.

Table 3. Number of bruchid eggs and adults observed through the storage period.

Variétés testées	Effectifs d'œufs	Effectifs d'adultes de bruches	Taux d'émergence (%)
TN5-78	8 029 A	1 729,5 A	21,5
TN3-78	7 611 A	1 100,5 AC	14,4
057-84	7 421 A	1 375,5 AB	18,5
IT90K	6 201,5 AB	1 512 AB	24,3
028-84	5 066 AB	1 820 A	35,9
084-84	4 885,5 AB	607 BC	12,4
022-84	4 204 B	1 049,5 AC	24,9
031-84	3 218 BC	815 BC	25,3
049-84	3 163 BC	723 BC	22,9
035-84	1 058,5 C	111 C	10,5
017-84	556 C	130,5 C	23,5
044-84	475 C	143 C	30,1
050-84	110,5 C	49,5 C	44,8
TN121-80	72 C	30,5 C	42,4
063-84	28,5 C	8,5 C	29,9
078-84	19,5 C	4 C	20,5
048-84	18,5 C	6,5 C	35,1
019-84	17 C	14,5 C	85,3
041-84	11 C	7 C	63,6
034-84	8 C	5,5 C	68,7

Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes selon le test de Duncan ($p = 0,05$).

réussie des adultes à l'intérieur des gousses représentent la plupart des différences entre variétés sensibles et résistantes. Dans nos conditions de stockage, il apparaît que les dégâts les plus importants sont occasionnés par *B. atrolineatus*, ce

qui confirme les observations d'Alzouma [2] qui a montré qu'en zone sahélienne *B. atrolineatus* est l'espèce la plus dominante.

Cependant, ces résultats sont contraires à ceux observés par Preveit [17] et Caswell

[18] au Nigeria qui considèrent que *Callosobruchus maculatus* constitue, dans leur zone d'étude, l'espèce responsable de l'essentiel des dégâts dans les stocks.

Nos résultats montrent qu'il est possible d'isoler, à l'instar des travaux menés par l'IITA d'Ibadan (Nigeria) [12], des variétés de niébé résistantes aux bruches à partir des variétés locales existantes. Ces auteurs ont montré que seulement 25 % des graines des variétés résistantes sont dégradées au bout de 100 jours de stockage contre 80 % pour les variétés sensibles.

Ce travail est une première approche en matière de criblage des variétés de niébé résistantes aux bruches au Niger. Il doit être poursuivi dans l'intérêt des exploitants agricoles qui souffrent beaucoup de ce problème de conservation de leurs produits. ■

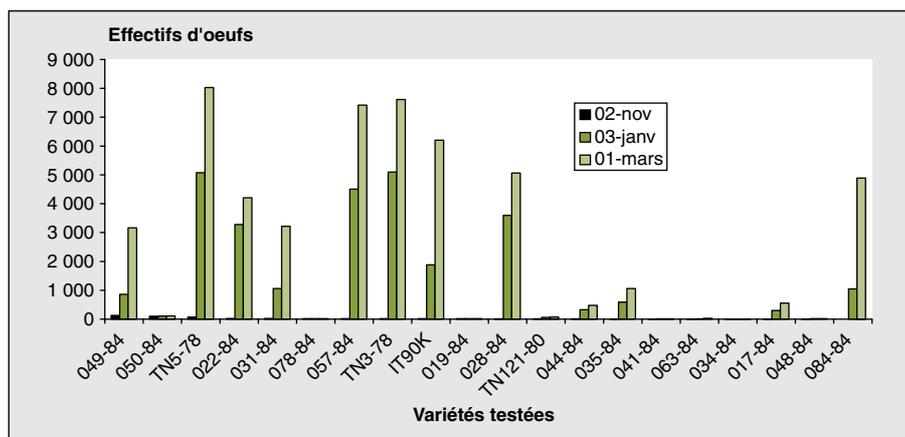


Figure 2. Évolution de la contamination des gousses des variétés testées par les œufs des bruches au cours du stockage.

Figure 2. Evolution of pod infestation by bruchid eggs through the storage period depending on the varieties tested.

Remerciements

Nous remercions le Projet Niébé pour l'Afrique (PRONAF-Niger) qui a financé ce travail.

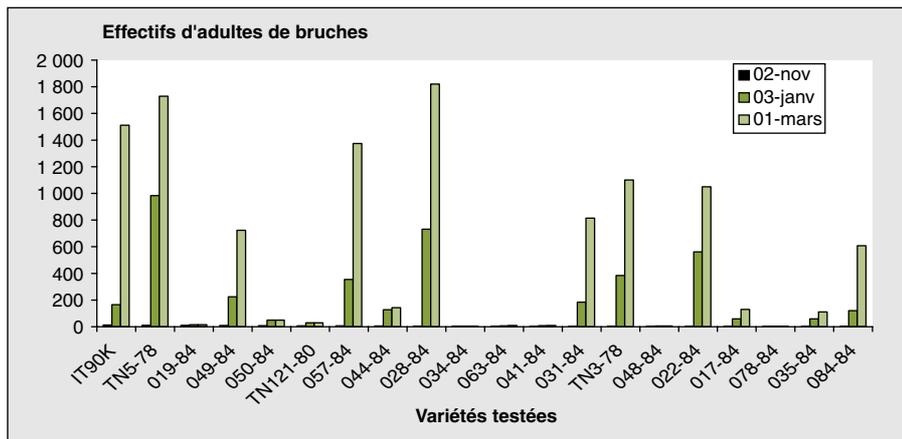


Figure 3. Évolution des effectifs d'adultes de bruches ayant émergé des gousses des variétés testées au cours du stockage.

Figure 3. Evolution of number of bruchid adults through the storage period depending on the varieties tested.

Références

- Alzouma I. *Reproduction et développement de Bruchidius atrolineatus Pic (coléoptère bruchidae) au dépens des cultures de Vigna unguiculata (légumineuse : papilionacae) dans un agrosystème sahélien au Niger.* Thèse d'État, université F. Rabelais Tours, 1987.
- Alzouma I. Les bruches de niébé (*V. unguiculata* (L) Walp en zone sahélienne, au Niger : perspective pour un développement de stratégies de lutte contre les ravageurs. *Ann Univ Niamey* 1986 ; 3 : 55-73.
- Monge JP, Germain JF, Huignard J. Importance des variations sur l'induction de la diapause reproductrice chez *B. atrolineatus* Pic (Coleoptera-Bruchidae). *Acta oecol Oecol Apl* 1988 ; 9 : 297-307.
- Nammour D. *Analyse du développement de B. atrolineatus dans différentes conditions thermiques et photopériodiques, conséquences sur le métabolisme et l'activité reproductrice.* DEA, université de Tours, 1985.
- Ouedraogo AP, Huignard J. Polymorphism and ecological reactions in *Callosobruchus maculatus* F. (coleoptera :Bruchidae) in Upper Volta. In : Labeyrie V, ed. *The ecology of Bruchid attacking legumes (pulses)*. The Hague (Netherlands) : Junk Publisher, 1981.
- Doumma A. *Contribution à la recherche des méthodes de lutte contre Bruchidius atrolineatus (Pic) et Callosobruchus maculatus (FAB) (coleoptera bruchidae) ravageurs du niébé (Vigna unguiculata Walp) en zone sahélienne.* Thèse de doctorat 3^e cycle, université A. Moumouni Dioffo, Niamey, 1998.
- Pathak MD, Saxena RC. Insect resistance in crop plants. *Current Adv Sci* 1976 ; 27 : 1233-52.
- Arnason JT, Gale J, Conilh de Beyssac B, et al. Role of phenolics in resistance of maize grain to the stored grain insects, *Prostephanus truncatus* (Hom.) and *Sitophilus zeamais* (Motsh.). *J Stored Prod Res* 1992 ; 28 : 119-26.
- Dobie P. The laboratory assessment of the inherent susceptibility of maize varieties to post-harvest infestation by *Sitophilus zeamais* Motsch (Col.- Curculionidae). *J Stored Prod Res* 1974 ; 10 : 183-97.
- Kossou DK, Mareck JH, Bosque-Perez NA. Comparison of improved and local maize varieties in the republic of Benin with emphasis on susceptibility to *Sitophilus zeamais* (Motsch). *J Stored Prod Res* 1993 ; 10 : 183-97.
- Meikle WG, Degbey P, Oussou RD, Boateng BA, Markham RB. *Vers des outils de prise de décision pour la lutte contre les ravageurs post-récolte du maïs.* Actes du premier colloque international du Réseau africain de recherche sur les bruches (REARB). « Lutte contre les déprédateurs des denrées stockées par les agriculteurs en Afrique », Lomé (Togo), du 10 au 17 février 1997.
- Singh SR, Van Emden HF. Insect pest of grain legumes. *Annu Rev Entomol* 1979 ; 24 : 255-78.
- Lale NES, Kolo AA. Susceptibility of eight genetically improved local cultivars of cowpea to *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera : Bruchidae) in Nigeria. *Int J Pest Manage* 1998 ; 44 : 25-7.
- Painter RH. *Insect resistance in crops plants.* New York : Mac Millan, 1951.
- Kogan M, Ortman EF. Antixenosis - a new term proposed to define Painter's "non preference" modality of resistance. *Bull Entomol Soc America* 1978 ; 24 : 175-6.
- Cuthbert FP, Davis BW. Factors contributing to cowpea curculio resistance in Southern peas. *J Econ Ent* 1972 ; 65 : 778-81.
- Prevett FF. Field infestation of cowpea (*Vigna unguiculata*) pods by beetles of the families bruchidae and Curculionidae in Northern Nigeria. *Bull Ent Res* 1961 ; 52 : 635-45.
- Caswell GH. The infestation of cowpea in the western region of Nigeria. *Trop Sci* 1961 ; 3 : 154-8.