

## Infestation et pertes des graines de *Vicia faba* L. dues à *Bruchus rufimanus* Boh. (Coleoptera, Bruchidae) au Maroc

Boughdad A.<sup>1</sup> et Laugé G.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Département de zoologie agricole, BP S/40 ENA, Meknès Maroc

<sup>2</sup>Laboratoire de reproduction, Développement de l'insecte, Bât. 445, Université de Paris-Sud, 91405 Orsay cedex France

### Résumé

*Des prélèvements de graines de Vicia faba L. à partir de 152 champs répartis dans 29 régions du Maroc ont permis d'éclaircir la nuisibilité de Bruchus rufimanus Boh.*

*Les taux d'infestation varient de 4 % à 62 % suivant les régions et les champs échantillonnés. Le taux moyen à l'échelle du pays avoisine 33 %. Dans environ 49 % des champs étudiés, l'intensité de l'infestation est évaluée à 3 adultes par graine. On peut trouver jusqu'à 5 adultes par graine. Mais 60 % des graines examinées n'ont permis le développement que d'un seul adulte. Les pertes pondérales réelles varient selon les régions, leur moyenne avoisine 5 % du poids sec de la graine infestée. Elles sont positivement corrélées à l'intensité de l'infestation. La perte moyenne par larve est estimée à  $46,91 \pm 8,15$  mg ; les frass produits sont estimés à  $31,17 \pm 5,5$  mg.*

*B. rufimanus affecte aussi la germination des graines de V. faba. Le pourcentage moyen des graines germées est fonction de l'intensité de l'infestation. De 90,5 % pour les graines avec un seul adulte, il passe à 55 % pour les graines aux dépens desquelles se sont développées 5 adultes.*

**Mots clés :** *Vicia faba*, graines, *Bruchus rufimanus*, infestation, pertes pondérales, germination, Maroc

### Abstract : *Vicia faba* L. seed infestation and losses due to *Bruchus rufimanus* Boh. (Coleoptera, Bruchidae) in Morocco

*Vicia faba L. seeds, sampled from 29 different areas of Morocco, were used, they allowed to elucidate the status of the pest Bruchus rufimanus Boh.*

*The apparent infestation rate varied from 4 to 60 % according to the area and field studied. Across the country, the average infestation rate of broad bean seeds by the bruchid was close*

to 33 %. The infestation intensity was 3 adults per seed in 49 % of the 152 fields studied, and reached 5 adults per seed in few cases. However, in 60 % of the seeds examined only one adult developed per seed.

The real average losses were close to 5 % of the seed dry weight. These losses were correlated to the infestation severities. The average loss due to one larva was  $46.91 \pm 8015$  mg ; frass produced was  $31.17 \pm 5.5$  mg.

According to the infestation severity *B. rufimanus* reduced the seed germination : with one adult per seed, the germination was 90.5 % ; with 5 adults per seed, only 55 % of the seeds germinated.

**Key Words :** *Vicia faba*, seed, *Bruchus rufimanus*, infestation, crop losses, germination, Morocco

### ملخص : إصابة بذور الفول بخنفساء الفول الكبيرة (فصيلة بروكيدي ورتبة غمديات الأجنحة) *Bruchus rufimanus* Boh والخسائر الناجمة عنها في المغرب

بغداد أ. 1 و لوجي ج. 2

1 قسم علم الحيوان، المدرسة الوطنية الفلاحية، مكناس، المغرب

2 مختبر التناسل و نمو الحشرات، جامعة باريس الجنوبية رقم 445 - 91405 أرسى فرنسا

استخدمت عينات من بذور الفول مأخوذة من 152 حقلا موزعة على 29 منطقة في المغرب لتقدير حجم الإصابة بخنفساء الفول الكبيرة. و قد تراوح معدل الإصابة من 4 إلى 62 % بالمائة تبعا للمنطقة والحقل المدروس. و كان المعدل الوسطي لإصابة بذور الفول بتلك الآفة الحشرية في المغرب ككل، حوالي 33 %. و في حالة الإصابة الشديدة، بلغ عدد البالغات 3 لكل بذرة في 49 % من 152 حقلا مدروسا، و وصل إلى 5 بالغات لكل بذرة في حالة قليلة. إلا أنه في 60 % من البذور المفحوصة نمت بالغة فقط في كل بذرة. و بلغ متوسط الخسائر الفعلية حوالي 5 % من وزن البذور الجافة. و قد ارتبطت هذه الخسائر بشدة الإصابة. وبلغ متوسط الخسارة في الوزن الناجم عن يرقة واحدة  $46.91 (\pm) 8.15$  مغ، و كانت حفارة النخر  $31.17 (\pm) 5.50$  مغ.

و قد خفضت شدة الإصابة إنبات البذور، إذ كان معدل الإنبات عندما كانت هناك بالغة واحدة لكل بذرة 90.50 %، وعندما كانت هناك 5 بالغات لكل بذرة، بلغت نسبة الإنبات 55 % فقط.

**الكلمات المفتاحية :** *Vicia faba* L ، بذور، *Bruchus rufimanus*، الإصابة، خسارة الوزن، الإنبات،

المغرب

## Introduction

Les travaux relatifs à l'estimation des pertes de récoltes dues à divers organismes nuisibles ont intéressé différentes cultures. Dans le cas des légumineuses, l'estimation des infestations et des pertes par les bruches, principaux déprédateurs, a concerné principalement les espèces polyvoltines (Caswell 1961, 1981 ; Booker 1967 ; Salkini *et al.* 1982 ; Singh et Ntar 1985 ; Dias et Yadav 1988 ; Nakhla 1988 ; Shazali 1990). En effet, les recherches sur l'évaluation rigoureuse des pertes dues aux bruches monovoltines sont rares (Boughdad et Gillon 1989). On rencontre cependant des indications sporadiques sur les dégâts dûs à certaines espèces monovoltines (Kamel 1967 ; Bishara *et al.* 1967 ; Sadej et Zuranska 1986 ; Ozar et Gen 1987). Au Maroc, hormis l'estimation réalisée sur la lentille pour *B. lentis* (Boughdad, unpubl.), aucune étude ayant trait au sujet n'a été effectuée. En effet, une analyse bibliographique relative à l'estimation des dégâts de bruches sur les légumineuses (Boughdad 1994), a montré que les rares interventions chimiques contre les ravageurs de ces cultures ne reposent sur aucune connaissance de ceux-ci et encore moins sur la biologie et l'écologie des ravageurs.

Pour élaborer une stratégie de lutte contre les bruches monovoltines au Maroc, il est nécessaire de déterminer leur importance économique dans le contexte réel du producteur. C'est dans cette perspective que nous avons envisagé d'élucider le statut de nuisibilité de *B. rufimanus* au Maroc. Au cours de ce travail seront précisés en particulier le taux d'infestation, les pertes pondérales réelles au sens de Adams (1976 ; 1977), ainsi que l'influence de l'infestation des graines sur leur germination.

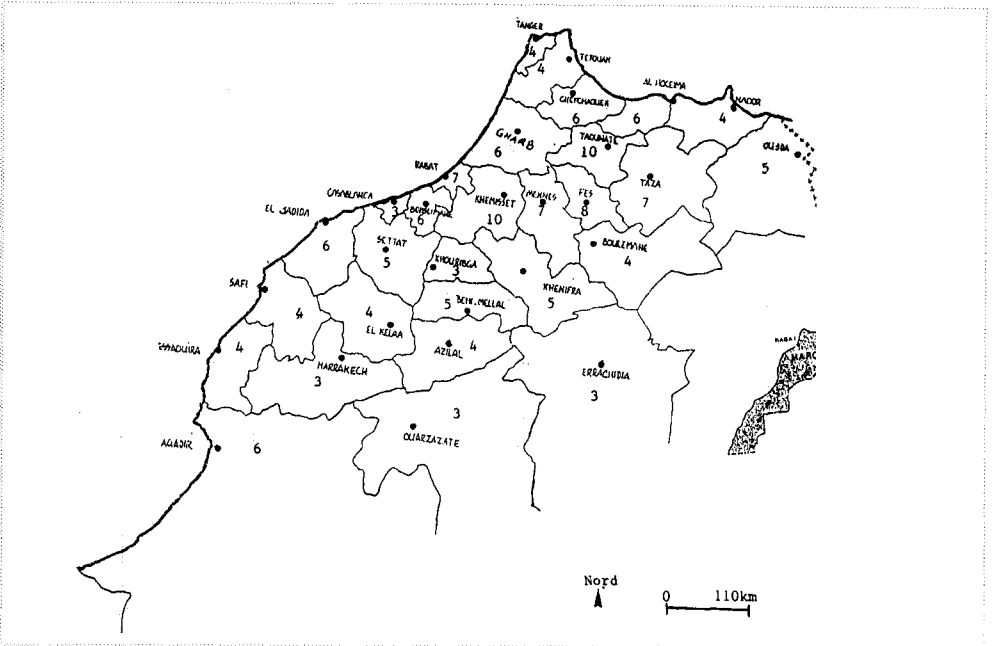
## Matériel et méthodes

Pour apprécier l'état sanitaire des populations de graines de *V. faba* (= fève ou féverole), nous avons effectué une enquête auprès des agriculteurs en prélevant des échantillons de graines mûres et sèches des régions indiquées sur la carte (Fig. 1). Au total, 152 parcelles ont été visitées. Pour chaque parcelle, environ 3 kg de graines mûres ont été prélevés au hasard. Des informations sur les facteurs modulant le taux d'infestation des graines par la bruche ont aussi été recueillies auprès de l'agriculteur.

Au laboratoire, chaque lot référencé a été placé dans un bocal, aéré au moyen d'un voile. Chaque jour, les bruches émergées ont été récupérées et sexées. A la fin des sorties des adultes, les graines de chaque lot ont été homogénéisées et 100 d'entre elles ont été tirées au hasard. Ces dernières ont été triées en graines bruchées ou non. Le taux d'infestation visible correspond à la proportion de graines bruchées par rapport au nombre de graines examinées. Pour chaque graine infestée, le nombre de trous de sortie des adultes a été noté. Les graines infestées ont été ensuite classées selon le nombre de trous de sortie (= intensité de l'infestation = sévérité) et la fréquence des graines selon le nombre de trous a été calculée pour chaque lot.

Les 100 graines de chaque lot ont été pesées individuellement au moyen d'une balance de précision à 1/1000 g et placées dans une étuve réglée à 110 °C jusqu'à ce que leurs poids devenaient constants. Elles ont ensuite été pesées de nouveau et leurs poids secs enregistrés. Le

poids sec moyen d'une graine a été calculé pour les graines saines et pour chaque catégorie de graines infestées.



**Figure 1.** Régions de prélèvements des graines mûres et sèches de *V. faba*. (les chiffres indiquent le nombre de champs visités)

Parallèlement, nous avons extrait des « frass » (exuvies + fèces + cocons avec les débris du cotylédon non ingurgités) à partir de 500 graines infestées à raison de 100 par catégorie d'infestation. L'extraction des frass a été réalisée en laissant tremper les graines pendant 6 heures dans de l'eau. Leur décollement des cotylédons se fait facilement. Ces frass ont été déshydratés et leurs poids secs déterminés.

Les pertes pondérales ont été évaluées pour chaque échantillon selon la méthode B de Adams et Shulten (1978) en additionnant la quantité de frass relativisée à chaque graine comme suit :

$$\text{PPS (\%)} = \left( \frac{\text{PSGS} \times \text{NGB} - \text{PSGB} \times \text{NGS}}{\text{PSGS} \times (\text{NGS} + \text{NGB})} \right) \times 100$$

PPS : pertes en poids sec en % ;

PSGS : poids sec des graines saines (g) ;

PSGB : somme des poids secs des graines avec 1, 2, 3, 4 ou 5 trous de sorties des adultes (g) ;

NGB : nombre de graines bruchées ;

NGS : nombre de graines saines.

Les pertes par catégorie d'infestation ont été calculées de la même manière que précédemment en utilisant le poids sec et le nombre de graines correspondant à chaque catégorie d'infestation.

L'influence de l'infestation des graines sur leur germination a été déterminée pour les graines bruchées en fonction du nombre de trous de sorties des adultes en comparaison avec les graines saines dans les conditions naturelles. Quatre répétitions à raison de 100 graines chacune d'une même provenance ont été effectuées pour chaque groupe de graines infestées. Le dénombrement des graines germées a été effectué quotidiennement. 20 jours après le semis, les graines non germées ont été déterrées et leur état sanitaire a été noté.

## Résultats

### Taux d'infestation des graines par *B. rufimanus*

*B. rufimanus* a été trouvé dans toutes les régions prospectées. Les taux d'infestation des graines de *V. faba* varient cependant selon les régions et pour une même région selon les champs échantillonnés (Fig. 2).

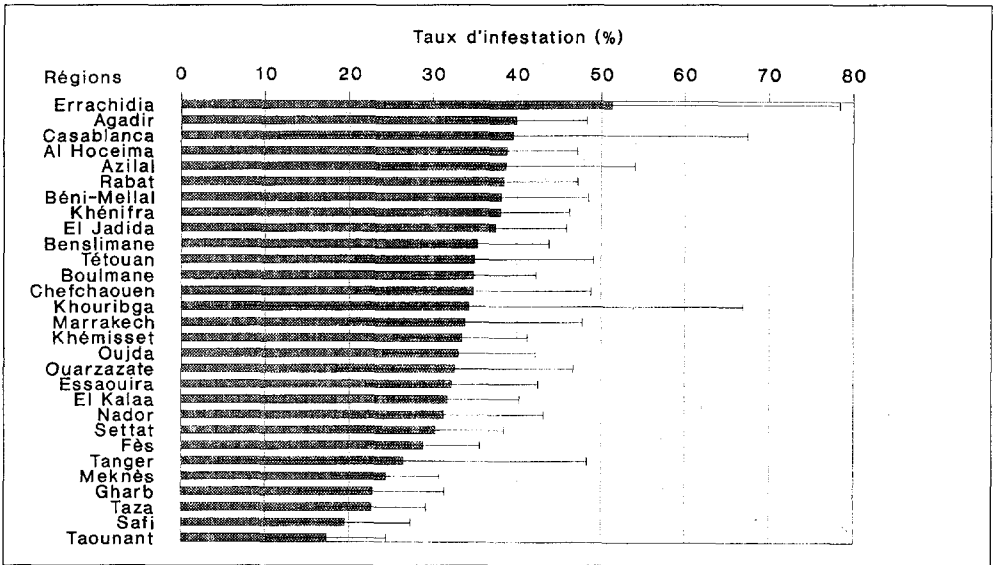


Figure 2. Taux moyens ( $\pm$  intervalle de confiance) d'infestation des graines de *V. faba* par *B. rufimanus* au Maroc

Les taux moyens les plus élevés, oscillent entre 38 et 51 % des graines examinées ; ils sont obtenus dans les régions d'Errachidia, d'Agadir, de Casablanca, de Al Hoceima, de Azilal, de Rabat, de Béni-Mellal et de Khénifra. Les taux les plus faibles vont de 17 à 30 %, ils sont notés dans les régions de Settat, de Fès, de Tanger, de Meknès, du Gharb, de Taza, de Safi et de Taounat. Les autres régions connaissent des taux d'infestations intermédiaires. Les facteurs modulant les taux d'infestation, dont principalement l'état sanitaire des semences, l'éloignement des champs entre eux et des entrepôts de stockage, sont comparables dans toutes les régions étudiées. Il y a une corrélation positive entre les taux et les intensités d'infestation obtenus au niveau de chaque champ (Fig. 3) : les taux et les intensités d'infestation les plus élevés sont relevés dans les champs de faibles superficies.

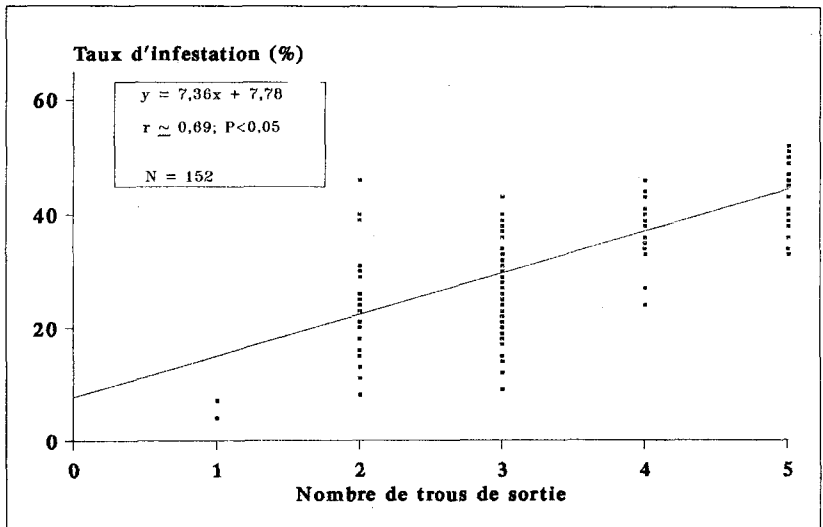


Figure 3. Relation entre le taux d'infestation des graines de *V. faba* par *B. rufimanus* et le nombre de trous de sorties

La répartition des champs selon l'intensité de l'infestation, c'est-à-dire la densité de la population de bruches dans le champ fait ressortir que dans environ 49 % des champs prospectés, chaque graine a hébergé 3 larves ayant terminé leur développement. Les champs où toutes les graines ont donné naissance à un seul adulte, sont très rares (1,32 % de l'ensemble des champs étudiés). Dans les autres parcelles, on rencontre des graines aux dépens desquelles se sont développés 2, 4 ou 5 adultes par graine (Fig. 4). Par contre, dans tous les champs étudiés, environ 60 % de graines ont donné naissance à un seul adulte. Les proportions de graines aux dépens desquelles se sont développées 4 ou 5 bruches représentent moins de 2 % de l'ensemble des graines examinées. Des autres graines, ont émergé 2 ou 3 adultes (Fig. 5).

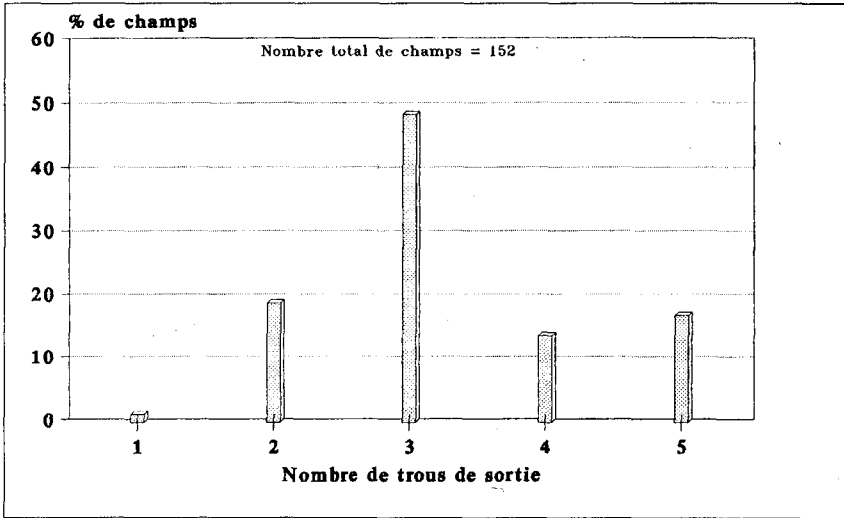


Figure 4. Répartition des champs de *V. faba* en fonction du nombre maximum de trous de sortie de *B. rufimanus*

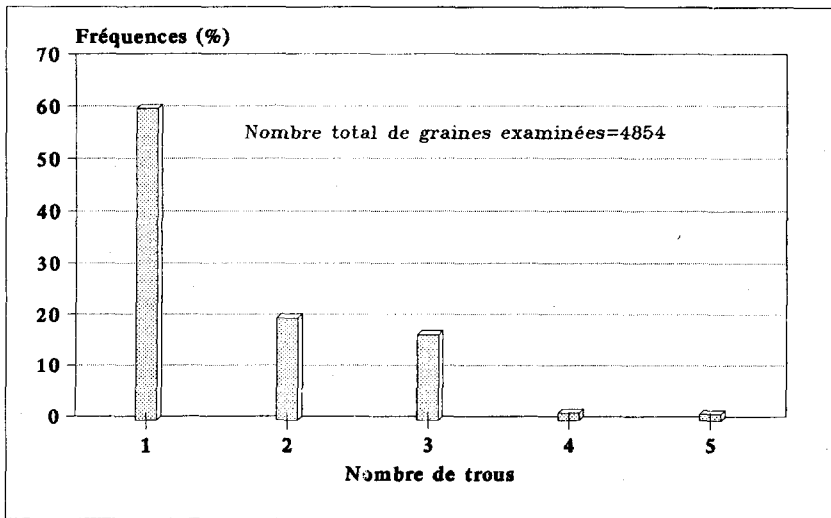


Figure 5. Répartition des graines infestées de *V. faba* selon le nombre de trous de sortie des adultes de *B. rufimanus*

## Pertes pondérales de *V. faba* dues à *B. rufimanus*

Les pertes pondérales des graines de *V. faba* peuvent être analysées au niveau régional et suivant l'intensité de l'infestation.

### Pertes régionales

*B. rufimanus* occasionne des taux moyens de pertes réelles variant de 3 à 6 % du poids sec de la graine. Les pertes moyennes les plus élevées sont obtenues dans la région de Tétouan, de Boulmane, de Casablanca, de Settât, d'Azilal, de Nador et de Safi. Les plus faibles sont relevées dans les régions de Marrakech, de Oujda, d'Agadir, de Khouribga, d'Errachidia, de Ourzazate, d'Essaouira et d'El Kalaa. Dans les autres régions, les pertes moyennes oscillent autour de 4 % du poids sec de la graine (Fig. 6).

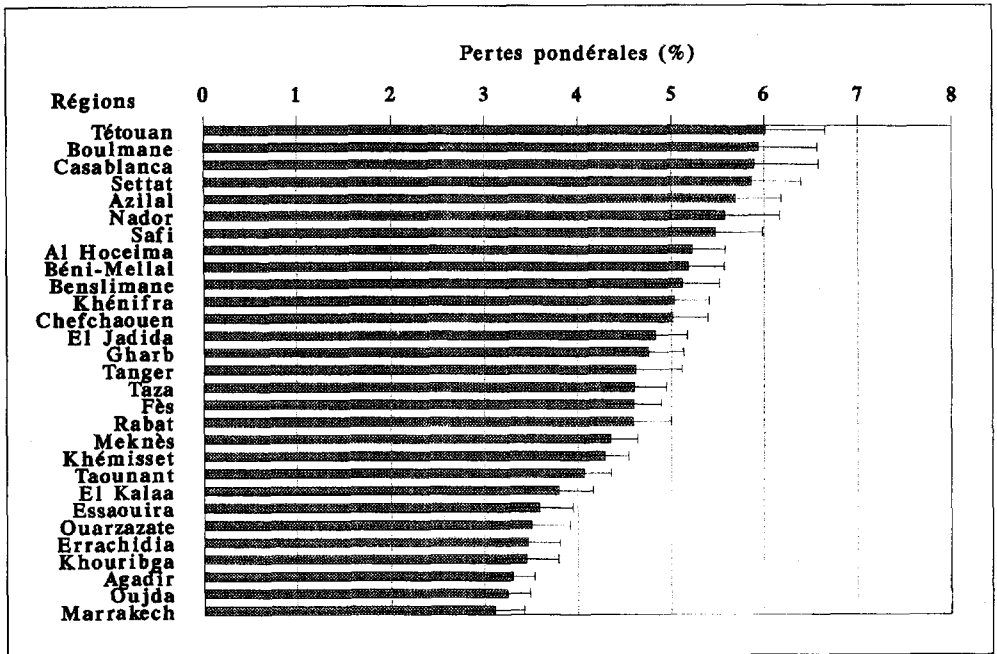


Figure 6. Pertes moyennes en poids sec ( $\pm$  intervalle de confiance) des graines de *V. faba* dues à *B. rufimanus* au Maroc

Contrairement à ce qu'on pensait a priori, les pertes moyennes pondérales ne sont pas directement liées aux taux moyens d'infestation ( $r = -0,023$  ;  $P < 0,05$ ). Il en est de même si l'on considère les productions régionales ( $r = -0,09$  ;  $P < 0,05$ ). En revanche, les pertes moyennes dépendent directement du poids sec de la graine aux dépens de laquelle s'est développée la larve : plus la graine est légère, plus les pertes sont élevées ( $r = -0,89$  ;  $P < 0,05$ ).



### Pertes selon l'intensité de l'infestation

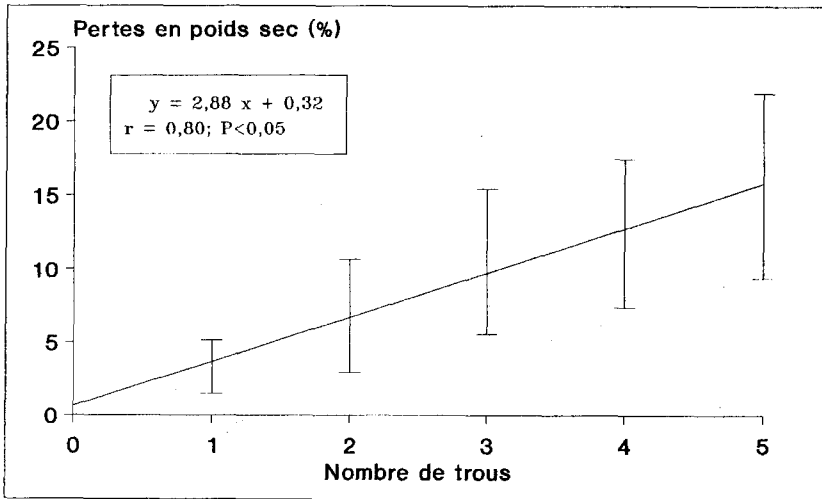
Les pertes moyennes en poids sec des graines aux dépens desquelles se sont développées une ou plusieurs bruches figurent au tableau 1.

**Tableau 1.** Pertes en poids sec des graines de *V. faba* dues à *B. rufimanus*

Paramètres mesurés	Nombre de trous de sortie				
	1	2	3	4	5
Nb. graines	2926	977	817	72	62
Pertes (%):					
Moyenne*	2,84	5,87	8,27	11,04	14,15
± Ecart-type	0,94	2,00	2,56	3,33	4,42
Minimum	1,46	2,91	5,54	7,39	9,35
Maximum	5,14	10,67	15,41	17,46	21,83

\* : Toutes les moyennes diffèrent statistiquement entre elles (ANOVA suivie du test de Scheffé au seuil de 5 % après transformation des données en Arcsin %)

Ce tableau montre une grande variabilité des pertes en poids sec en fonction du nombre de trous. Ces pertes vont de 1,46 % à 21,83. Cette variabilité provient principalement de la différence entre les poids des graines utilisées qui vont de 0,7g à 3,3g selon leur provenance. Quant à la quantité perdue par les larves, calculée par différence entre le poids sec des graines saines et celui des graines infestées, elle est en moyenne de  $46,91 \pm 8,15$ mg par larve ; elle est sensiblement la même quel que soit le nombre d'individus développés par graine. La part de cette dernière quantité est aussi estimée par la pente de la droite (Fig. 7).



**Figure 7.** Relation entre les pertes en poids sec des graines de *V. faba* et le nombre de trous de sortie de *B. rufimanus*

La relation entre les pertes moyennes et le nombre d'adultes sortis d'une graine est linéaire ; les pertes sont fortement corrélées à l'intensité de l'infestation. En recensant le nombre de trous de sortie de *B. rufimanus* dans un échantillon de graines de *V. faba*, on peut calculer les pertes réelles moyennes en poids sec en fonction de l'intensité de l'infestation selon l'équation :

Pertes réelles moyennes en poids sec (%) =  $2,88 \times \text{Nombre de trous de sortie} + 0,32$ .

Ainsi chaque larve, développée par graine, occasionne une perte moyenne de 2,88 % du poids sec de celle-ci. La quantité moyenne des frass produite par une larve avoisine  $31,17 \pm 5,5\text{mg}$  ( $n = 500$ ).

### Influence de l'infestation de *B. rufimanus* sur la germination des graines

La larve de *B. rufimanus* occasionne non seulement des pertes pondérales, mais elle affecte aussi la germination des graines de *V. faba* aux dépens desquelles elle s'est développée. Cette influence est significative dès qu'il y a 2 larves développées par graine (Fig. 8). La germination moyenne passe en effet de 90,5 % pour les graines avec une seule larve à 80,5 % pour celles avec 2 larves. Elle diminue ensuite au fur et à mesure que le nombre de larves développées par graine augmente. Avec 5 larves par graine, la germination n'est plus que d'environ 55 %. Une larve de *B. rufimanus*, parvenue au terme de son développement, réduit donc en moyenne la germination de *V. faba* d'environ 8 %. De plus, les graines bruchées mettent environ 2 jours de plus par rapport aux saines pour germer.

Les graines non germées ont été couvertes de mycélium et de fructification de champignons appartenant principalement aux genres *Penicillium* et *Aspergillus*.

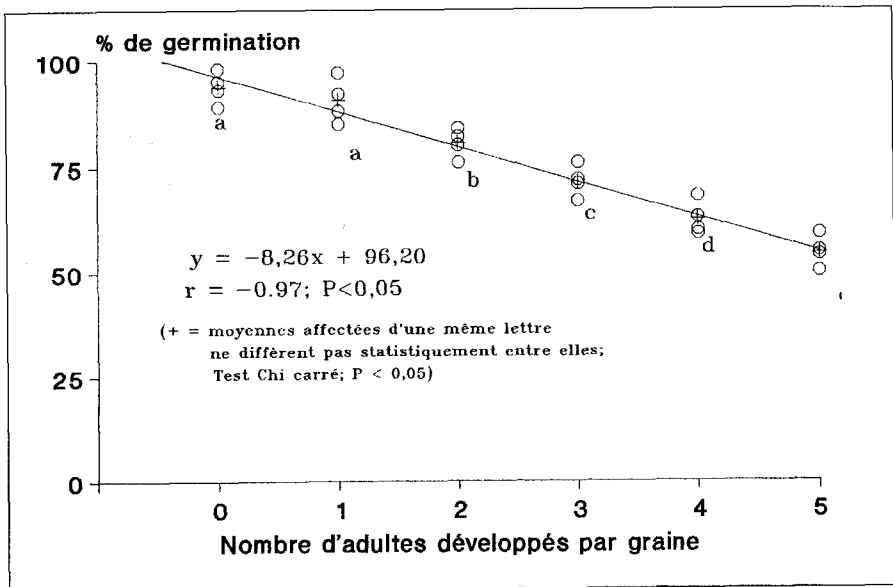


Figure 8. Influence de *B. rufimanus* sur la germination des graines de *V. faba*

## Discussion

*B. rufimanus* est répandu dans toutes les régions où la culture de *V. faba* est pratiquée. La grande dissémination de la bruche semble être facilitée par les échanges commerciaux des graines de fèves-féveroles non désinfectées entre les différentes régions, comme c'est le cas pour d'autres insectes séminivores (Hodges 1986). En effet, sur 152 exploitations enquêtées, une seule utilise des graines désinfectées. Bouhatous (1987) a aussi relevé que la majorité des agriculteurs utilisent des graines non traitées contre les organismes nuisibles transmis par les semences.

La différence entre les taux d'infestation obtenus dans les régions étudiées serait due à l'importance relative des emblavements en *V. faba*. En accord avec Dupont et Huignard (1990), il y a dilution des populations de bruches dans les régions où l'on rencontre de grandes superficies de fèves-féveroles. L'abondance des ennemis naturels de la bruche, différente selon les régions, peut aussi expliquer cette différence, comme c'est le cas pour d'autres espèces de bruches (Alzouma 1987 ; Lammers et Van Huis 1989).

Dans toutes les régions étudiées et sans considérer l'infestation cryptique (individus morts à l'intérieur de la graine), le taux d'infestation des graines de *V. faba* par *B. rufimanus* dépasse donc largement le seuil toléré à l'exportation et par la technologie agro-industrielle, qui est fixé à 2-3 % de graines (Berne et Dardy 1987). Par ailleurs, ces taux d'infestation ne reflètent pas l'intensité réelle de celle-ci. En effet, environ 40 % des graines examinées ont permis le développement de 2, 3, 4 ou 5 adultes chacune.

Au plan national, les pertes moyennes réelles avoisinent 5 % du poids sec de la graine avec de grandes variations entre les champs et les graines d'un même champ. Dans cette étude, et contrairement à celle de Shazali (1990), qui n'a pas trouvé de relation entre les pertes pondérales dues à *Bruchidius incarnatus* sur les graines de *V. faba* et leurs poids, les pertes pondérales réelles sont négativement corrélées aux poids des graines. Sadej et Zuranska (1986) ont aussi noté que les pertes pondérales engendrées par *B. rufimanus* sont plus importantes pour les petites graines que pour les grandes. Pour les graines à poids secs voisins, la différence entre les pertes pourrait être due au sexe de la larve ; les mâles (Poids sec =  $13,2 \pm 2$  mg ; N = 100) pèsent en général moins que les femelles (Poids sec =  $15,2 \pm 2,5$  mg ; N = 100) (Boughdad, unpubl...).

Les pertes pondérales réelles augmentent avec le nombre de larves développées par graine. Elles sont positivement corrélées. Connaissant l'intensité de l'infestation des graines de *V. faba* par *B. rufimanus*, on peut facilement calculer les pertes réelles en poids sec des graines dans un lot grâce à l'équation exprimant les pertes en fonction du nombre de trous de sortie de la bruche. Ce résultat permet de se prononcer en cas de litiges dans les transactions commerciales, en fixant le prix de la marchandise selon le taux de réfaction. Adams et Schulten (1978) et Shazali (1990) donnent des coefficients de conversion des pertes sous forme de pourcentages pour des intensités d'infestation expérimentalement fixées à plus 3 larves par graine. Or, dans les conditions réelles, on peut rencontrer jusqu'à 7 larves parvenues à leur terme dans une même graine (Boughdad, unpubl.), voire même 9 (Middlekauf 1951). Dans notre étude, et en accord avec Geir *et al.* (1983), les pertes s'amplifient avec l'abondance du ravageur.

L'intensité de l'infestation permet aussi de donner une image assez bonne de la densité de la population effectivement réalisée dans un lot de semences, ce qui permet à l'utilisateur de prendre des mesures de lutte contre *B. rufimanus*.

Les pertes pondérales ne constituent pas les seuls préjudices de *B. rufimanus* sur *V. faba* ; la germination des graines est également affectée. En moyenne, une larve développée par graine réduit de 8 % la germination de celle-ci par rapport aux graines indemnes. L'influence de *B. rufimanus* sur la germination des graines de *V. faba* semble être due à leur décomposition par des micro-organismes, comme cela a été observé par Sinha (1983) dans le cas des grains de blés infestés par des coléoptères granivores. L'effet de *B. rufimanus* sur la germination des graines de *V. faba* doit être pris en considération dans le cas des graines utilisées comme semences ; la densité de semis doit être corrigée en fonction de l'intensité de l'infestation.

En conclusion, le taux moyen d'infestation des graines de *V. faba* par *B. rufimanus* au Maroc avoisine 33 % des graines examinées. Ces infestations déterminent des pertes en poids sec et de germination des graines. La nuisibilité de la bruche justifie donc amplement des mesures de protection des récoltes de *V. faba*. Les moyens de lutte doivent intégrer des particularités biologiques et écologiques de l'espèce déprédatrice étudiée dans les conditions réelles de l'agriculteur. La stratégie de lutte, la plus appropriée actuellement dans les conditions marocaines, consiste en l'intégration de la désinfection généralisée des graines avant l'émergence des bruches et après celle du parasitoïde *Triaspis thoracicus* (Curtis) (Hyménoptère, Bracônidae), vers la fin de juillet début août, aux techniques culturales appropriées (Boughdad 1994).

**Financement :** Le présent travail a été financé par la DPVCTRF, DPV, Rabat et l'ENA, Meknès.

## Références bibliographiques

- Adams J.M. (1976). Weight loss caused by development Sitophilus zeamais (Motsch) in maize. *J. Stored Prod. Res.* **12** : 269-272.
- Adams J.M. (1977). A review of the literature concerning losses in stored cereals and pulses, published since 1964. *Trop. Sci.* **19** : 1-28.
- Adams J.M. and Schulten G.G.M. (1978). Losses caused by insects, mites and micro-organisms. In : *Post-harvest grain loss assessment methods*, pp. 83-93, AACC.
- Alzouma I. (1987). Reproduction et développement de *Bruchidius atrolineatus* aux dépens des cultures de *Vigna unguiculata* dans un agrosystème sahélien au Niger. Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Tours, 162 p.
- Berne J.J. and Dardy J.M. (1987). La bruche sur féverole : Un ravageur bien difficile à maîtriser. *Phytoma, défense des cultures*, **338** : 30-32.
- Bishara S.I., Haggag M.Y. and Riad A.A. (1967). Field infestation of broad bean by bruchids in U.A.R. *Agric. Res. Rev.* **45** : 33-39.
- Boughdad A. (1994). Statut de nuisibilité et écologie des populations de *Bruchus rufimanus* Boheman, 1833 sur *Vicia faba* L. au Maroc, 181p, Thèse d'Etat, Université de Paris-Sud N° 3628.

- Boughdad A. and Gillon Y. (1989). Transformation du risque par la modernisation des méthodes de stockage. In : *Le risque en agriculture*, pp. 345-353, Eldin M. & Millville F. (eds), ORSTOM, Paris.
- Bouhatous B. (1987). Bromrape parasitism situation and perspective, In : *Légumineuses alimentaires au Maroc*, pp. 197-219, INRA-ICARDA (eds), Rabat.
- Booker R.H. (1967). Observation on three bruchids associated with cowpea in northern Nigeria, *J. Stored Prod. Res.* **3** : 1-15.
- Caswell G.H. (1961). The infestation of cowpea in the western region of Nigeria, *Trop. Sci.* **3** : 154-158.
- Caswell G.H. (1981). Damage to stored cowpea in the northern of Nigeria, *Samur. J. Agric. Res.* **11** : 11-19.
- Dias C.A.R. and Yadav T.F. (1988). Incidence of pulse beetles in different legumes seeds, *Indian J. Entomol.* **50** : 457-461.
- Dupont P. and Huignard J. (1990). Relationships between *Bruchus rufimanus* Boh. (Coleoptera : Bruchidae) and the phenology of its host plant *Vicia faba* L. Their importance in the spatial distribution of the insects. *Symp. Biol. Hung.* **39** : 255-263.
- Geier P.W., Clarck L.R. and Briese D.T. (1983). Principles for the control of arthropod pests 1. Elements and functions involved in pest control, *Protection ecology*, **5** : 1-96.
- Hodges R.S. (1986). The biology and control of *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera : Bostrychidae). A destructive storage pest with an increasing range, *J. Stored Prod. Res.* **22** : 1-14.
- Kamel A.H. (1967). A study of the possibility of eradication the broad bean weevil *Bruchus rufimanus* Boh. (Coleoptera : Bruchidae) by fumigation, *J. Stored Prod. Res.* **3** : 367-369.
- Lammers P.A. and Van Huis A. (1989). *Uscana lariophaga* egg parasitoid of the stored insect pests *Callosobruchus maculatus* and *Bruchidius atrolineatus*, *Proc. Intern. Conf. pest management in tropical ecosystem*, **3** : 1013-1022.
- Middlekauff W.W. (1951). Field studies on the bionomics and control of the broad bean weevil, *J. Econ. Entomol.* **44** : 240-243.
- Nakhla J.M. (1988). Loss in seed weight of five different pulse caused by the cowpea weevil (*Callosobruchus maculatus* F.), *Agric. Res Rev. Egypt*, **66** : 71-75.
- Ozar A.I. and Gen H. (1987). Study on the rate of infestation and damage by species of bruchidae (Coleoptera), damaging stored food legumes in the aegean region. In: *Turkiyzt I. Entomoloji Kongresi Bildirleri*, pp. 341-350, Ege Universitesi Atatürk Kültür Merkezi.
- Sadej W. and Zuranska I. (1986). Observation on the harmfulness of the broad bean weevil, *Bruchus rufimanus* Boh. (Coleoptera, Bruchidae) (Abstract). *Polokie Pismo Entomologiczne*, **56** : 447-452.
- Salkini A.B., Nygaard D.F. and Nordblom T. (1982). Farmer and consumer perspectives on insects of *faba* bean : Survey and results in Sudan, *Fabis Newsletter*, **5** : 25-28.
- Shazali M.E.H. (1990). Weight loss in *faba* bean seeds caused by feeding larvae of *Bruchidius incarnatus* (Boh.), *Fabis Newsletter*, **26** : 30-32.
- Singh B.B. and Ntare B.N. (1985). Development of improved varieties in Africa In : *Cowpea research production and utilisation*, pp. 105-116, Singh S.R. & Raehiee K.O. (eds), IITA.
- Sinha R.N. (1983). Effects of stored-product beetle infestation on fat acidity, seed germination, and microflora of wheat, *J. Econ. Entomol.* **76** : 813-817.