

LE CONDITIONNEMENT DES GRAINS DE FROMENT PAR  
*ORYZAEPHILUS SURINAMENSIS* L.) (COLEOPTERA : CUCULIDAE) EST-  
IL LIÉ À LA PRÉSENCE DE PHÉROMONES ÉPIDÉICTIQUES ?

J. MIGNON, E. HAUBRUGE, V. LIÉNARD, C. GASPARD

UER de Zoologie générale et appliquée  
Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux  
5030 GEMBLoux - Belgique

RÉSUMÉ :

Le terme "conditionné" est utilisé pour qualifier un milieu dans lequel des insectes des denrées stockées ont vécu durant de longues périodes. Nous avons observé sur du grain entier qu'une forte densité d'*Oryzaephilus surinamensis* induisait une augmentation de la mortalité des différents stades de développement. La faible progéniture qui en résulte peut être partiellement expliquée par l'effet de la surpopulation sur la fécondité, ainsi que par les phénomènes de cannibalisme survenant au sein des populations. En outre, nos observations mettent en évidence que l'élevage d'*O. surinamensis* à haute densité de population induit le conditionnement du milieu et que ce milieu conditionné possède un effet toxique non spécifique qui régule les densités de populations d'insectes.

Mots-clés : *Oryzaephilus surinamensis*, densité de population, conditionnement du milieu, phéromone épideictique, denrées stockées

SUMMARY :

We tested the effect of population density and exposure to conditioned grain upon the development and productivity of *Oryzaephilus surinamensis*. After 60 days in a high-density culture, 98.5 % of the adults were dead and there were very few larvae and pupae. Thereafter, the medium was considered to be "conditioned". The mortality rate of *O. surinamensis* adults after 10 days' exposure to conditioned medium was 97.5 %. The lethal component(s) in conditioned medium is (are) possibly secreted by the beetles, but is (are) not present in the feces. Conditioned medium was also toxic to *Sitophilus granarius*.

Key-words : *Oryzaephilus surinamensis*, population density, conditioned medium, epideictic pheromone, stored products

1004

## INTRODUCTION.

Dans la littérature anglaise, le terme "conditionné" est couramment utilisé pour qualifier un milieu dans lequel des insectes des denrées stockées ont vécu durant de longues périodes (Park, 1936, 1937; Crombie, 1942; Ghent, 1963). Nous avons donc décidé d'utiliser l'adjectif français "conditionné" pour désigner ce type de milieu. Un milieu "conditionné" peut donc contenir des oeufs, des exuvies, des féces et différents composés chimiques provenant de l'infestation prolongée de ce milieu (Ghent, 1963; Hughes, 1982).

*O. surinamensis* est souvent considéré comme un ravageur secondaire des stocks de grains. En effet, il est incapable d'attaquer des grains de blé entiers et la présence de grains brisés ou attaqués par un ravageur primaire semble être la condition nécessaire à l'observation du développement des populations. Le développement et la reproduction d'*O. surinamensis* sont plus importants lorsque la proportion de déchets (dockage) dans les grains augmente (Sinha, 1975). LeCato et McCray (1973) ont remarqué que l'accroissement de population de cette espèce était plus élevé dans des grains brisés que dans des grains entiers ou dans la farine. Flemming (1988) rapporte même que la durée du cycle de développement est la plus longue et le taux de mortalité le plus important lorsque les individus sont mis dans du grain entier.

Contrairement à ces observations, suite à différentes infestations en *O. surinamensis* dans des silos expérimentaux contenant des grains de froment, nous avons observé après trois mois une population dix fois plus importante dans le grain entier que dans du grain contenant différents taux de brisures de grain (3 à 15%). Nous avons observé que la présence de brisures de grains dans les interstices empêche le déplacement des différents stades de développement et est responsable de fortes densités d'insectes en surface. Nous avons donc émis l'hypothèse que l'augmentation de la densité de population, induite par un manque de dispersion au sein des silos contenant un mélange de grains entiers et de brisures de grains, est à l'origine du faible développement des populations d'*O. surinamensis*. Afin de vérifier cette hypothèse, les expériences suivantes ont été réalisées.

## MATERIEL ET METHODES.

Influence de la densité de population sur la reproduction, conditionnement du milieu  
Afin d'évaluer l'effet de la densité de population sur la reproduction d'*O. surinamensis*, des récipients en verre contenant 500 g de grains de froment entiers (Variété Camp Remy) ont été infestés à différentes densités de population: 10, 100 et 500 adultes *O. surinamensis* non sexés (10 répétitions par densité de population). Après 60 jours d'exposition à 30±1°C et 60±5% HR, les larves vivantes, les nymphes et les adultes (morts et vivants) présents dans les récipients ont été dénombrés après tamisage.

## Influence du milieu conditionné sur la survie des *O. surinamensis* adultes

Les différents milieux conditionnés lors de l'expérience précédente ont été replacés dans les récipients d'origine. De plus, 500 g de grains non conditionnés ont été placés dans dix nouveaux récipients. Chaque pot a été infesté par 100 *O. surinamensis* adultes et placés à 30°C et 60% HR pendant dix jours. Après cette période, le nombre d'adultes vivants et morts fut déterminé.

## Caractérisation des constituants responsables du conditionnement des grains

Dans un premier temps, nous avons cherché à savoir si les souillures (féces, exuvies, résidus d'alimentation) présentes dans les récipients contenant les grains conditionnés étaient responsables de l'effet létal observé. Pour ce faire, trois lots de cinq récipients ont été respectivement remplis par 500 g de grains non conditionnés, 500 g de grains conditionnés et tamisés (mailles de 1mm), 500 g de grains non conditionnés, 500 g de grains à 0,5 g de souillures provenant du tamisage du blé conditionné par une densité initiale de 500 adultes *O. surinamensis* par 500 g de grain (chaque lot de blé non conditionné étant tamisé avant utilisation). 100 adultes *O. surinamensis* furent placés dans chaque récipient et la mortalité fut évaluée après 10 jours (30°C et 60%HR).

## Activité spécifique des grains conditionnés par *O. surinamensis*

Cinq récipients de 500 g de grains conditionnés et 5 autres de grains non conditionnés et tamisés ont été infestés par 100 *S. granarius* puis placés dans les conditions décrites ci-dessus. La mortalité a été observée après 10 jours.

## Etudes statistiques

Les analyses statistiques de comparaisons multiples de moyennes consistent en des tests de Tukey (DHS) et ont été réalisés à l'aide du logiciel SYSTAT (WILKINSON *et al.*, 1992).

## RESULTATS

### Influence de la densité de population sur la reproduction, conditionnement du milieu

Nous avons observé significativement (test de Tukey,  $P < 0,05$ ) plus d'adultes et de larves vivantes et moins d'adultes morts dans les récipients infestés initialement à la densité la plus faible qu'aux densités initiales de 100 et 500 individus par 500 g de grains (Tableau I). A faible densité de population, le taux d'augmentation des populations a été environ 5 fois plus grand qu'à la densité directement supérieure.

Les différents milieux dans lesquels se sont développés les insectes sont considérés comme étant conditionnés.

Tableau I: Effet de la densité de population sur la survie et la reproduction d'*O. surinamensis* (n=10). Les valeurs suivies d'une même lettre au sein d'une même colonne sont considérées comme n'étant pas significativement différentes (test de Tukey, P<0.05).

Table I: Effect of density on survival and reproduction of *O. surinamensis* (n=10). Values with the same letter within a column are not significantly different, Tukey's HSD test, P<0.05.)

Densité initiale d'adultes (par 500g de froment)	Nombre d'insectes (Moyenne ± ET)				Mortalité des adultes (%)	Augmentation de population
	nymphes	larves vivantes	adultes vivants	adultes morts		
10	2.5±2.1	7.2±5.2	51.8±26.6	254.1±84.6	83.1	x 30.6
100	1.6±1.1	1.1±1.5	19.4±11.3	538.4±77.8	96.5	x 5.6
500	1.6±2.1	0.4±0.5	9.9±7.2	659.9±44.2	98.5	x 1.3

#### Influence du milieu conditionné sur la survie des *O. surinamensis* adultes

Après dix jours d'exposition au milieu conditionné à la densité initiale de 10 individus par 500 g de grains, la mortalité observée (86,9%) fut 5,6 fois supérieure à celle observée en milieu non conditionné (15,6%) (Tableau II). La mortalité fut significativement plus importante dans les milieux conditionnés aux densités initiales de 100 et 500 individus par 500 g de grain (respectivement 94,4 et 97,5% de mortalité).

Tableau II: Effet létal après 10 jours d'exposition d'*O. surinamensis* à des grains non conditionnés (densité: 0) et conditionnés (densités: 10, 100 et 500). Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes (test de Tukey, P<0.05).  
Table II: Lethal effect of 10 days' exposure of *O. surinamensis* adults to uninhabited grain, or media conditioned for 60 days to *O. surinamensis* populations established at three different initial densities. Means followed by the same letter are not significantly different, Tukey's HSD test, P<0.05.)

Densité initiale d'adultes (par 500g de froment)	Pourcentage de mortalité (Moyenne ± ET)
0	15.6±5.9 a
10	86.9±5.1 b
100	94.4±4.8 c
500	97.5±0.9 c

#### Caractérisation des constituants responsables du conditionnement des grains

Le mélange des particules récoltées par tamisage de grains conditionnés à du grain non conditionné n'a pas eu d'effet sur la mortalité d'*O. surinamensis* (Tableau III). Par contre, le milieu conditionné et tamisé produit toujours une mortalité importante d'*O. surinamensis* adultes (88,4%).

Tableau III: Comparaison de la mortalité d'*O. surinamensis* adultes exposés pendant 10 jours à différents milieux conditionnés et non conditionnés. Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes (test de Tukey, P<0.05).  
Table III: Comparative mortality of adult *O. surinamensis* exposed for 10 days to different non-conditioned or conditioned media. Means followed by the same letter are not significantly different, Tukey's HSD test, P<0.05.)

Type de grains	Pourcentage de mortalité (Moyenne ± ET)
Non-conditionné et tamisé	11.9±4.4
Non-conditionné et tamisé, avec ajout des particules provenant du tamisage du milieu conditionné	21.5±9.7
Conditionné pendant 70 jours à la densité initiale de 500 adultes par 500g de grain de froment et tamisé	88.4±3.6

#### Activité spécifique des grains conditionnés par *O. surinamensis*

Après dix jours d'exposition au milieu conditionné par *O. surinamensis*, la mortalité des *S. granarius* adultes était de 64,4±7,4% et significativement plus grande (t-test, P<0.05) que celle observée dans le témoin (milieu non conditionné: 24,8±6,0%).

#### DISCUSSION:

Chez trois Coléoptères (*O. surinamensis*, *Rhizophera dominica* (F.) et *Acanthoscelides obtectus* (Say)) et un Lépidoptère (*Stitroga cerealella* (Ol.)), Crombie (1942) a observé qu'une forte densité de population induisait une diminution du taux d'oviposition. Dans la semoule de blé, la fécondité des femelles *O. surinamensis* est inversement proportionnelle à la densité de population, et le taux de mortalité est dépendant de l'intensité de la croissance des populations (Ciesielska, 1966). Nos résultats permettent donc de vérifier qu'une forte densité de population produit d'une part une diminution de la fécondité et d'autre part une augmentation de la mortalité des différents stades de développement (larves, nymphes et adultes).

La diminution du nombre d'émergence observée lors d'élevages à densité élevée peut être expliquée d'une part par l'effet de la surpopulation sur la fécondité (Crombie, 1942; Ciesielska, 1966) et d'autre part par les phénomènes de cannibalisme survenant au sein des populations d'*O. surinamensis* (Crombie, 1942): les adultes et les larves se nourrissant occasionnellement des stades de développement non mobiles tels que les oeufs et les nymphes. La diminution du nombre d'oeufs pondus peut quant à elle être due au manque de sites d'oviposition disponibles, à la compétition pour ces sites, au manque de nourriture disponible et/ou au conditionnement du milieu (Crombie, 1942). Nos observations ne sont probablement pas entièrement dues à un changement de comportement induit par la surpopulation et la compétition qui en découle. Nos résultats suggèrent en effet que l'élevage d'*O. surinamensis* à haute densité de population induit le conditionnement du milieu et que ce milieu conditionné possède un effet toxique non spécifique. Crombie (1942, 1943) remarque que la farine conditionnée par *O. surinamensis* induit une diminution réversible de la fécondité chez *Rhizopertha dominica* (F.) et *Tribolium castaneum* (Herbst), mais non une diminution de la fertilité. Huit et quatre jours après avoir replacé les individus des deux espèces dans de la farine non conditionnée, la fécondité redevenait égale à celle observée chez les témoins.

Nos résultats sont en concordance avec ceux de Pierce *et al.* (1990) qui ont observés que le maintien d'élevages d'*O. surinamensis* à haute densité de population produit le conditionnement du milieu par l'émission de composés volatiles (non identifiés) émis par les larves. Ils ont également mis en évidence qu'une courte période d'exposition aux composés volatiles diminuait fortement l'oviposition chez *O. surinamensis*. Il est possible qu'un composé (ou plusieurs) similaire ou identique ait l'effet toxique observé dans notre expérience. Notons que Pierce *et al.* (1990) ont effectué leur expérience en mettant en élevage les *O. surinamensis* dans un milieu nutritif favorable à leur développement (flocon d'avoine) alors que nous avons utilisé des grains de blé entiers. La faible quantité et la différence de nourriture disponible dans notre expérience pourrait, suite au stress qu'elles engendrent, renforcer le conditionnement du milieu et expliquer l'effet létal que nous avons observé.

Comme nous n'avons pas observé d'effet toxique dans les fèces, exuvies et autres "poussières" provenant des milieux conditionnés, il est fort probable que le grain soit le support de l'(des) agent(s) toxique(s). Chez beaucoup d'insectes, des composés de défense sont produits par des glandes s'ouvrant directement vers l'extérieur. Parmi les Coléoptères ravageurs des denrées stockées, les Tenebrionidae tels que *Tribolium castaneum* (Herbst) et *Tribolium confusum* Duval possèdent des glandes de répulsion dans les régions thoraciques et abdominales (Roth, 1943, 1945). Ces glandes sécrètent un mélange de méthyl-, éthyl-, et méthoxy-quinones qui colore la farine (rose) et possède une forte toxicité vis-à-vis des insectes (Loconti & Roth, 1953). Ces quinones sont considérées comme étant des phéromones épидётiques car elles permettent la régulation de la densité de population et le maintien d'une densité de population optimale dans des aliments de qualité définie. Ces quinones agissent en limitant l'oviposition et en favorisant la dispersion des insectes. Nos observations permettent-elles de parler également de phéromones épидётiques émises par les *Oryzaephilus surinamensis*? Pour répondre à cette question, de nouveaux essais sur la distribution des insectes et l'effet répulsif des grains conditionnés doivent être entrepris, de même qu'il est indispensable de déterminer l'origine et la nature de la substance responsable du conditionnement.

## REMERCIEMENTS:

Nous tenons à remercier Mr. Z. Miest pour son assistance technique et le Ministère des Classes Moyennes et de l'Agriculture - Administration de la Recherche et du Développement pour le financement des recherches (Contrat D1/4-4510/5668A).

## REFERENCES:

- Ciesielska Z., 1966. Research on the ecology of *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Coleoptera, Cucujidae). *Ekologia Polska*, 14, 439-489.
- Crombie A.C., 1942. The effect of crowding upon the oviposition of grain-infesting insects. *Journal of Experimental Biology*, 19, 311-340.
- Crombie A.C., 1943. The effect of crowding upon natality of grain-infesting insects. *Proceeding of the Zoological Society of London*, 113, 77-98.
- Fleming D.A., 1988. The influence of wheat kernel damage upon the development and productivity of *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Coleoptera: Silvanidae). *Journal of Stored Products Research*, 24, 233-236.
- Ghent A.W., 1963. Studies of behavior of the *Tribolium* flour beetles. I. Contrasting responses of *T. castaneum* and *T. confusum* to fresh and conditioned flours. *Ecology*, 44, 269-283.
- Hughes A.L., 1982. Attraction of adult *Tribolium confusum* to flour conditioned by male conspecifics. *Behavioural Processes*, 7, 247-253.
- LeCato G.L., & McCray T.L., 1973. Multiplication of *Oryzaephilus* spp. and *Tribolium* spp. on 20 natural product diets. *Environmental Entomology*, 2(2), 176-179.
- Loconti J.D. & Roth L.M., 1953. Composition of the odorous secretion of *Tribolium castaneum*. *Annals of the Entomological Society of America*, 46, 281-289.
- Park T., 1936. Studies in population physiology. VI. The effect of differentially conditioned flour upon the fecundity and fertility of *Tribolium confusum* Duv. *Journal of Experimental Zoology*, 73, 393-404.
- Park T., 1937. Experimental studies of insect populations. *The American Naturalist*, 71, 21-33.
- Pierce A.M., Borden J.H. & Oehlschlager A.C., 1990. Suppression of oviposition in *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Coleoptera: Cucujidae) following prolonged retention in high-density cultures or short-term exposure to larval volatiles. *Journal of Chemical Ecology*, 16, 595-601.
- Roth L.M., 1943. Studies on the gaseous secretion of *Tribolium confusum* Duval. II. The odoriferous glands of *Tribolium confusum*. *Annals of the Entomological Society of America*, 36, 397-424.
- Roth L.M., 1945. The odoriferous glands in the Tenebrionidae. *Annals of the Entomological Society of America*, 38, 77-87.
- Stalha R.N., 1975. Effect of dockage in the infestation of wheat by some stored-product insects. *Journal of Economic Entomology*, 68(5), 699-703.
- Wilkinson L., Hill M. & Vang E., 1992. SYSTAT: Statistics, Version 5.2 Edition. Evanston, IL. SYSTAT, Inc. 724pp.