

**EVALUATION DE LA TOXICITE
DE L'ACIDE BORIQUE
AL'GARD DE *Blattella germanica*
(Dictyopte : Blattellidae) ET
ANALYSE DES RESIDUS
QUELQUES ORGANES**

HABES Dehbia*
MORAKCHI
Samira*

RESUME.

La toxicité de l'acide borique à différentes doses variant de (1 à 40 %) a été testée en laboratoire à l'égard des adultes de *Blattella germanica*. Cet insecticide est incorporé à la nourriture et administré par voie orale dès l'émergence. La mortalité est enregistré à différents intervalles au cours du traitement (24, 48, 72 et 144 heures). Les DL50 (%) sont de 85,11 à 24 h (67,60 à 48 h (39,67 à 72 h (8,20 à 144 h; les TL50 (jours) sont de 21,25 pour la dose 1 % > 8,20 à 144 heures, les 10 % > 4,85 pour 20 % > 3,35 pour 40 %. Après détermination des létales, les DL50 et DL90 sont utilisées pour estimer la quantité de bore accumulée par les corps gras et les ovaires des insectes âgés de 1 à 5 jours, l'analyse statique des données révèle des effets temps et doses très hautement significatifs.

Mots Clés: Blatte, Acide Borique, Toxicité, Corps Gras, Ovaires.

ABSTRACT.

Evaluation of Toxicity of Boric Acid Against *Blattella Germanica* and Analysis of Residues in some Organs. Different doses (1 to 40%) of boric acid were evaluated in laboratory against *Blattella germanica* adults. The insecticide was incorporated at food and administrated by ingestion on newly emerged adults. Mortality was measured at different times during treatment (24, 48, 72 and 144 hours). The LD50 (%) are 85,11 at 24 h > 67,6 at 48 h > 39,67 at 72h > 8,20 at 144h, the TL50 (days) are 21,25 for 1% dose > 10,57 for 5% > 6,95 for 10% > 4,85 for 20% > 3,35 for 40%. After determination of lethal doses, the DL50 and DL90 are used to estimate residues in fat body and ovaries from insects during de first days of adult life. Statistical analysis of data reveled a significant toxicity of boric acid with a doses and times reponses.

INTRODUCTION

Blattella germanica (L.) est un insecte nuisible et cosmopolite. Elle est rencontrée dans les habitations, les appartements, les grandes surfaces, les hôpitaux (Ebeling, 1978; Ross et al, 1984; Rivault et al, 1995.). De plus cette blatte est une source majeure de maladies humaines telles que, les allergies (Roberts, 1996; Guerrier et Noiret, 1991.). Cette espèce se caractérise par sa rapidité et par son fort potentiel de reproduction (Willis et al, 1958.). Pour lutter contre ce fléau, plusieurs insecticides ont été appliqués tels que les organochlorés, organophosphorés, carbamates, et pyrèthrinoides (Reiersen et al, 1983; Appel, 1990; Reid et al, 1990). L'utilisation abondantes de ses insecticides a développé à long terme une résistance (Rust et Reiersen, 1991; Zhai et Robinson, 1992).

L'acide borique, composé inorganique, a été utilisé dans le contrôle des blattes depuis 1882 (Walter, 1918) mais l'utilisation des borates diminue en 1940, ce n'est pas du point de vue efficacité, mais son effet n'est pas aussi rapide que celui des autres insecticides (Strong, 1993. Cornwell, 1976). Ebeling et al (1966, 1967, 1968) réalisent une étude importante sur les borates et constatent que ces derniers sont responsables d'un intérêt nouveau, ne pose de problème de résistance, n'ont pas d'effet ni sur l'environnement si sur la santé humaine (Ebeling et al, 1967. Hubbard, 1998).

L'utilisation de l'acide borique pour le contrôle chimique des blattes a fait l'objet de nombreux travaux (Zhou et al, 1989; Strong et al, 1993; Barson et al, 1982; Apple, 1990) essentiellement au plan toxicologique, avec notamment détermination des TL50. Le mode d'action de l'acide borique n'est pas encore bien élucidé. L'objectif de notre étude est d'évaluer par voie orale la toxicité de l'acide borique à l'égard des adultes de *B. germanica* et déterminer la bio accumulation du bore dans les corps gras et ovaires de l'insecte.

MATERIELS ET METHODES

Elevage de *Blattella germanica* (L.) : Un élevage de masse est réalisé en laboratoire à partir d'individus récoltés au niveau des habitations de la ville de Annaba. Ces blattes sont nourries par du biscuits de chien et abreuvées par du coton imbibés d'eau. Elles sont élevées dans des boîtes en plastiques portant des ouvertures grillagées sur les côtés à une température de 25 °C, une humidité de 70 % et une photopériode 12 : 12(L : D).

Essai insecticide : L'acide borique, composé inorganique incolore, inodore, de saveur fade, de poids moléculaire 61,83 g présente un point de fusion de 171° C. Il est peu volatile et faiblement soluble dans

l'eau ce qui lui confère une très grande stabilité (Cornwell, 1976). L'insecticide se présente sous forme de poudre (Merck). Il est appliqué par ingestion chez les adultes de *B. germanica* dès l'exuviation imaginale à différentes doses variant de 1 à 49,62 % sous forme de mélange alimentaire (Biscuit pour chien + acide borique pur) dans les proportions (Poids / Poids, %).

Toxicité : Afin de caractériser le pouvoir insecticide d'une matière active à l'égard d'un insecte donné, il est nécessaire d'évaluer les doses létales (DL50) et les temps létaux (TL50). Dans ce but l'acide borique est administré par voie orale aux adultes de *B. germanica* nouvellement exuvies à des doses variant de (1 à 40 %). Quatre répétitions d'environ 13 individus chacune sont effectuées pour chaque dose et une série témoin est réalisée en parallèle.

La mortalité est enregistrée à différents intervalles au cours du traitement (24, 48, 72, et 144 h). La mortalité observée est corrigée suivant la formule d'Abbott (1925) puis les données transformées font l'objet d'une analyse de variance à deux critères de classification et d'une analyse de probits. Les DL50 et TL50 et leurs intervalles de confiances sont estimés.

Dosage quantitatif du bore dans les corps gras et ovaires : Afin d'estimer l'action de l'acide borique sur les organes des adultes de *B. germanica*, les corps gras et les ovaires des insectes témoins et traités, dès l'éclosion à des doses de 8,2 % (DL50) et 49,6 % (DL90) sont prélevés, pesés et broyés à l'aide d'un homogénéisateur à ultrason dans 500 μ l d'éthanol 90°. Le surnageant est récupéré après centrifugation (4000 trs / min) pendant 15 min.

La quantification du bore est réalisée selon la méthode colorimétrique au 4 hydroxy-3-methoxyphenyl ou Curcumin (C₂₁H₂₀O₆) (Rodier, 1975) modifié par notre équipe. Le dosage est réalisé dans un aliquote de 100 μ l du surnageant additionné de 300 μ l de solution de curcumin, 300 μ l de réactif acide et 1 ml de solution tampon à base d'acétate d'ammonium. La lecture des absorbances est effectuée après 30 mn à une longueur d'onde de 555 nm. La gamme d'étalonnage est réalisée à partir d'une solution étalon d'acide borique à 40 mg / l.

Analyse statistique : Les résultats sont représentés par moyennes plus ou moins l'écart type et l'analyse statistique réalisée grâce au logiciel Minitab (Weisberg, 1985) disponible au laboratoire. Différents tests tels que l'analyse de la variance à deux critères de classifications et la régression linéaire, ont été utilisés.

RESULTATS

Activité insecticide sur les adultes de *B. germanica* : La mortalité corrigée (%) après traitement à l'acide borique appliqué pendant (24, 48, 72 et 144 h) à différentes doses (0, 1, 5, 10, 20 et 40 %) aux adultes nouvellement exuvies de *B. germanica* est représentée dans le tableau 1 et

la figure 1. L'insecticide présente une toxicité avec une relation dose-réponse. L'analyse statistique des données révèle des effets temps et dose très hautement significatifs ($p < 0,001$) (Tableau 1).

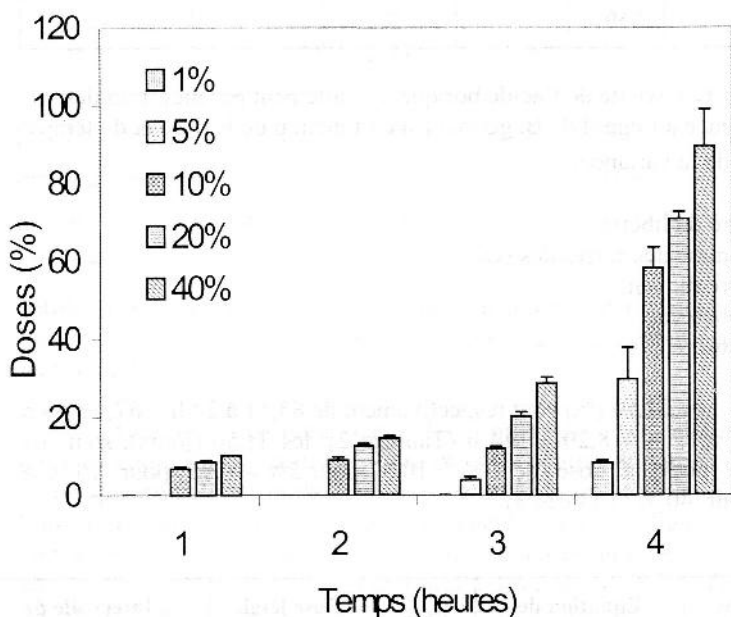


Figure 1. Mortalité corrigée (%) en fonction de la dose (%) et du temps (heures) après traitement à l'émergence des adultes de *Blattella germanica* ($m \pm s$, $n=4$ répétitions chacune comportant 13 individus).

Source de variation	ddl	SCE	CM	F _{obs}	P
Temps (C)	3	17724,5	3908,2	377,93	0,000***
Dose (C ₃)	4	8185,8	2046,5	197,90	0,000***
C ₂ x C ₃	12	1513,6	126,1	12,20	0,000***
Erreur	40	413,6	10,3	10,3	-
Total	59	-	-	-	-

Tableau 1. Toxicité de l'acide borique en traitement par ingestion dès l'émergence à l'égard de *B. germanica* en fonction de la dose et du temps: analyse de la variance.

ddl: degré de liberté.

SCE: somme des carrés des écarts.

CM: carré moyen.

F_{obs}: F observé.

p: probabilité.

Les DL50 (%) sont respectivement de 85,11 à 24 h > 67,6 à 48 h > 39,67 à 72 h > 8,20 à 144 h (Tableau 2), les TL50 (jours), sont de 21,25 à pour la dose de 1 % > 10,57 pour 5% > 6,95 pour 10 % > 3,35 pour 40 % (Tableau 3).

Temps (heures)	Equation de régression	Slope	Dose létale 50 (%)	Intervalle de confiance
24	$Y = 2,79 X - 0,39$	2,27	85,11	68,8 – 100
48	$Y = 2,95 X - 0,42$	2,16	67,60	54,51 – 83,82
72	$Y = 2,76 X + 0,58$	2,29	39,67	31,48 – 49,98
144	$Y = 1,64 X + 3,50$	4,03	8,20	5,57 – 12,05

Tableau 2. Toxicité de l'acide borique en traitement par ingestion dès l'émergence à l'égard de *Blattella germanica* adultes: détermination de la dose létale 50.

Dose (%)	Equation de régression	Slope	Temps létal 50 (jours)	Intervalle de confiance
1	$Y = 4,38 X - 6,86$	1,68	21,25	18,47 – 24,43
5	$Y = 4,87 X - 6,71$	1,60	10,57	9,27 – 12,04
10	$Y = 2,11 X + 0,31$	2,96	6,95	5,14 – 9,38
20	$Y = 2,42 X$	2,57	4,85	3,73 – 6,30
40	$Y = 3,18 X - 1,06$	2,05	3,35	12,74 – 4,08

Tableau 3. Toxicité de l'acide borique en traitement par ingestion dès l'émergence à l'égard de *Blattella germanica* adultes: détermination du temps létal 50.

Quantité de bore dans les corps gras et ovaires : La détermination de la quantité de bore dans les ovaires et corps gras a été réalisé à partir d'une courbe de référence utilisant une solution étalon de bore à 40 mg / l. Les résultats enregistrés dans les figures 2 et 3 correspondent au contenu de bore dans les corps gras et ovaires des adultes de *B. germanica* témoin et traités à des doses de 8,2 % (DL50) et 49,6 % (DL90) et âgés de 1 à 5 jours. L'analyse des données montre des effets doses et temps très hautement significatifs ($p < 0,001$) pour les deux organes.

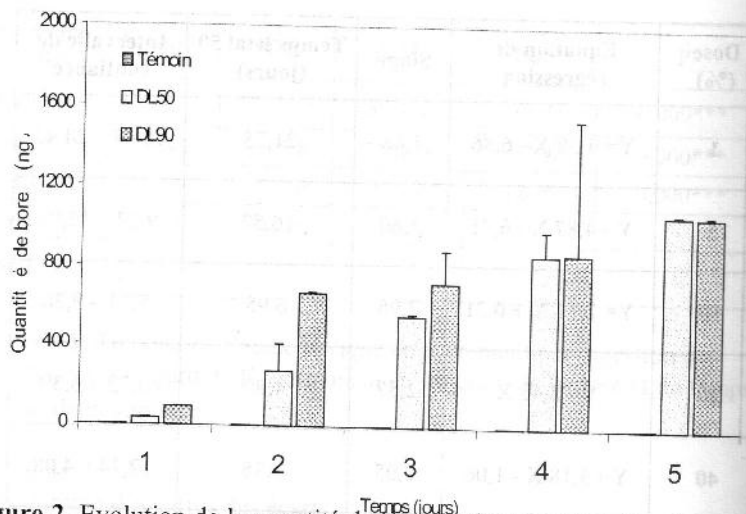


Figure 2. Evolution de la quantité de bore (ng/mg de tissu) dans le corps gras en fonction du temps (jours) au cours du traitement dès l'émergence des adultes de *Blattella germanica* ($m \pm s$; $n=3-6$) (valeurs témoins $< 3,6$ ng / mg n'apparaissent pas dans le graphe).

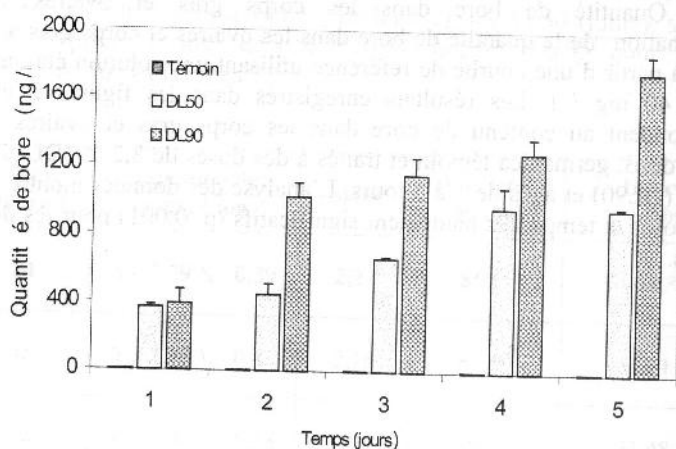


Figure 3. Evolution de la quantité de bore (ng/mg de tissu) dans les ovaires en fonction du temps (jours) au cours du traitement dès l'émergence des adultes de *Blattella germanica* ($m \pm s$, (n)) (valeur témoin $< 3,4$ ng / mg n'apparaissent pas dans le graphe).

DISCUSSION

L'acide borique a fait l'objet de nombreux travaux et il est considéré comme un insecticide à toxicité lente (Cochran, 1995 ; Hubbard, 1998). La raison de cette faible toxicité est probablement l'absorption lente de cet insecticide. Ebeling et al. (1975) pensent que l'acide borique sous forme solide ne peut traverser le proventricule de l'insecte, mais spéculent que l'acide borique dissous dans les solutions peu passer.

Les TL50 de l'acide borique sur *B. germanica* présentées par Appel (1990) sont de 5,5 jours ; Strong et al. (1993) décrivent une relation dose-réponse avec diminution du temps létale en fonction de l'augmentation des concentration en acide borique; les DL50 (jours) sont 6,1 pour une dose de 6,25% > 5,0 pour 12,5% > 4,0 pour 25% > 3,3 à 50%. Ceci est similaire avec nos résultats.

L'acide borique, malgré son efficacité sur *B. germanica*, reste moins toxique que les insecticides conventionnels. Le malathion présente une DL50 de 464,83 µg/g (Abd-Elghafar et al., 1990). Le fipronil et le chlorpyrifos présentent respectivement une DL50 de 0,03 et 0,06 µg/g après 72 heures (Kaakch et al., 1997), la TL50 du chlorpyrifos est de 78,2 à 468,8 mn par application topique (Prabhakaran et al., 1993).

Le mode d'action de l'acide borique n'est pas encore déterminé, peut-être des travaux ont été effectués dans ce sens. Cochran (1995) a étudié l'effet de cet insecticide sur la structure de l'intestin et conclue que la cause probable de la mort des insectes sous l'action de l'acide borique est l'inanition due à la destruction de l'intestin antérieur. Néanmoins, il semblerait d'après nos résultats que l'acide borique touche également d'autres organes avec une accumulation du bore dans le corps gras et les ovaires.

Malgré son effet toxique lent et réduit par rapport aux autres insecticides, l'acide borique reste sans doute un outil prédominant pour le contrôle chimique des blattes et ceci grâce au développement de résistance aux insecticides conventionnels, à la rémanence de l'acide borique, sa non répulsion pour les blattes et son effet non nocif sur l'environnement et la santé humaine (Hubbard, 1998 ; Cornwell, 1976).

Remerciements. — Nous exprimons nos remerciements au professeur N. Soltani (ISN, Annaba) pour son aide et son assistance et au Dr A. Tahar (ISN, laboratoire de biométrie, université de Annaba) pour sa collaboration à l'analyse des données.

LITTERATURE CITEE

- ABBOT W. B.**, 1925. A method for computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18 : 265 - 267.
- ABD-ELGHAFAR S. F., APPEL A.G. & MACK T.P.**, 1990. Toxicity of several insecticide formulation against adult german cockroaches (Dictyoptera: Blattellidae). *J. Econ. Entomol.* 83 (6): 2290-2294.
- APPEL A. G.**, 1990. Laboratory and field performance of consumer bait products for german cockroach (Dictyoptera : Blattellidae) control. *J. Econ. Entomol.* 83 (1) : 153 - 159.
- BARSON G.**, 1982. Laboratory evaluation of boric acid plus porridge Oats and iodofenphos gel as toxic baits against the german cockroach, *Blattella germanica* (L.) (Dictyoptera : Blattellidae). *Bull. Ent. Res.* 72 : 229 - 237.
- COCHRAN D. G.**, 1995. Toxic effects of boric acid on the German Cockroach. *Experientia*, 51 : 561 - 563.
- CORNWELL P. B.**, 1976. The cockroach, vol. 2. Insecticides and cockroach control.
- EBELING W., WAGNER R. E. & REIERSON D. A.**, 1966. Influence of repellency on the efficacy of blatticides. I. Laboratory experiments with german cockroaches *J. Econ. Entomol.* 59 : 1374-1388.
- EBELING W., WAGNER R. E., & REIERSON D. A.**, 1967. Influence of repellency on the efficacy of blatticides. II. Laboratory experiments with german cockroaches *J. Econ. Entomol.* 60 : 1375-1390.
- EBELING W., WAGNER R. E., & REIERSON D. A.**, 1968. Influence of repellency on the efficacy of blatticides. III. Laboratory experiments with german cockroaches *J. Econ. Entomol.* 61 : 751-761.
- EBELING W., REIRSON D. A., PENCE R. J., & VIRAY M. S.**, 1975. Silica aerogel and boric acid against cockroaches: external and internal action. *Pestic. Biochem. Physiol.* 5 : 81 - 89
- EBELING W.**, 1978. Urban entomology. University of California Division of agricultural Science. Berkeley
- GUERRIER G., NOIRET A.**, 1991. Allergies aux blattes chez l'enfant. *Rev. For. Allergol.* 31 : 153-156
- HUBBARD S. A.**, 1998. Comparative toxicology of borate's. *Biol. Trace element Res.* 66 : 343 - 357.
- KAAKEH W., REID B. L. & BENNEH G. W.**, 1997. toxicity of fipronil to german and American cockroaches. *Entomologia Experimentalis et Applicata.* 84 : 229-237.
- PRABHAKARAN S. K. & KAMBLE S. T.**, 1993. Activity and electrophoretic characterization of esterase's in insecticide -resistant and susceptible strains of german cockroach (Dictyoptera :

- Blattellidae) J. Econ. Entomol. 86 (4) : 1009 – 1013.
- REID B. L., BENNET G. W. & BARCAY S. J.**, 1990. Topical and oral toxicity of sulfluramid on delayed action insecticide, against the German Cockroach (Dictyoptera : Blattellidae). J. Econ. Entomol. 83 : 148 – 152.
- REIRSON D. A., RUST M. K. VANDYKE A. & APPEL A. G.**, 1983. Control of german cockroaches with amidinohydrazone bait; Insectic. Acaricide tests 8:54.
- RIVAUT C., CLOAREE A., MATHIEU N. & BLANC N.**, 1995. La ville au risque de l'écologie, les blattes en milieu urbain. Rapport final. Appel d'offre N° 93070 du Ministère de l'Environnement, 101. pp.
- ROBERT J.**, 1996. Cockroaches linked with asthma. Br. Med. J. 312:1630.
- RODIER J.**, 1975. Analyse de l'eau. Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. Dunod. Technique. Vol 1. pp. 629.
- ROSS M. H., BRET B. L. & KEIL C. B.**, 1984. Population growth and behaviour of *Blattella germanica* (L.) (Orthoptera : Blattellidae) in experimentally established shipboard infestations. Ann. Entomol Soc. Am. 77: 740-752.
- RUST M. K. & REIERSON D. A.**, 1991. A survey of chlorpyrifos resistance in german cockroaches from restaurants, J. Econ. Entomol. 84:736-740.
- STRONG C. A., KOEHLER P. G. & PATTERSON R. S.**, 1993. Oral toxicity and repellency of borate's to german cockroaches (Dictyoptera : Blattellidae). J. Econ. Entomol. 86 (5) : 1458 – 1463.
- STEINBRINK H.**, 1976. Laborversuche Zur Schabenbekämpfung mit Bornpräparaten. Z. ges. Hyg. 22 : 419 – 421.
- WALTER E. V.**, 1918. Experiments on cockroaches control. J. Econ Institute Cary. NC. USA.
- WEISBERG S.**, 1985. Minitab reference manual. PA states college, Minitab, p 232.
- WILLIS E. R., RISER G. R. & ROTH L. M.**, 1958. Observations on reproduction and development cockroaches. Ann. Entomol Soc. Am. 51: 53-59.
- ZHAI J., ROBINSON W.**, 1992. Measuring cypermethrin resistance in the German cockroach (Dictyoptera : Blattellidae). J. Econ. Entomol. 85 : 348 – 351.
- ZHOO J. J. & LE PATOUREL G. N. J.**, 1990. Hatching of oothecae from female *Blattella germanica* exposed to hedramethylnon and boric acid baits. Entomol. Exp. Appl. 54:131-140.

***Département de Biologie, Faculté des Sciences
Université de Annaba**