

Toxicité Pour L'abeille *Apis Mellifera Adansonii* De Trois Herbicides Utilisés En Agriculture Au Bénin

Déo-Gracias Zoclanclounon

Armand Paraïso

Grégoire Paraïso

Franck Akogbéto

Université de Parakou, Faculté d'Agronomie, Parakou, République du Bénin
Laboratoire de Protection des Végétaux, de Pathologie et de Parasitologie
des Abeilles (LAPPAB). Parakou, République du Bénin

Gwladys Quenum

Laboratoire de Protection des Végétaux, de Pathologie et de Parasitologie
des Abeilles Parakou, République du Bénin

Ambaliou Sanni

Université d'Abomey-Calavi

Doi: 10.19044/esj.2017.v13n33p202 [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2017.v13n33p202](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2017.v13n33p202)

Abstract

Obtaining high outputs in agriculture requires the use of pesticides to control pests. However, protection of pollinators, precisely bees is very important. The objective of this study was to study the impact on the bee *Apis mellifera adansonii* of three herbicides usually used in the crop protection in Benin. Ten doses of each herbicide were used and varied from $0.0036 \cdot 10^3$ (10 ppm) to $1.8 \cdot 10^3$ nanogram (ng) per bee (5000 ppm) for Roundup, $0.0041 \cdot 10^3$ (10 ppm) to $2.05 \cdot 10^3$ nanogram (ng) per bee (5000 ppm) for Glycel and from $0.004 \cdot 10^3$ (10 ppm) to $2 \cdot 10^3$ nanogram (ng) per bee (5000 ppm) for Alligator. Each treatment included three replications consisting of 25 bees. Before the treatment, bees were anaesthetized with ether. Observations were made at 2 h, 10 h, 18h, 24h, 36 h and 48 h after the test. Results have shown that 48 hours after, the doses higher or equal to $0.36 \cdot 10^3$ ng/ab (1000 ppm) of Roundup induced mortality rate higher than 85 %. After 24 hours, the highest mortality rate of Glycel (45.2 ± 1.6 %) was induced by the dose of $1.23 \cdot 10^3$ ng/ab (3000 ppm). The dose of Alligator of $2 \cdot 10^3$ ng/ab (5000 ppm) caused the rates respective of mortality of 65.5 ± 2.4 % and 85 % at 24 h and 48 hours after the test. It is necessary to promote sustainable plant protection practices in relation with the use of herbicides to avoid negative impact on bees' population.

Keyword: *Apis mellifera adansonii*, herbicide, toxicity, lethal dose, Bénin

Résumé

L'obtention de hauts rendements en agriculture nécessite l'utilisation des pesticides contre les ravageurs. Cependant, la protection des pollinisateurs, précisément les abeilles s'avère très importante. L'objectif de cette étude était d'étudier l'impact sur l'abeille *Apis mellifera adansonii* de trois herbicides utilisés couramment dans la protection des cultures au Bénin. Dix doses de chaque herbicide ont été utilisées et ont varié de $0,0036.10^3$ ng/ab (10 ppm) à $1,8.10^3$ ng/ab (5000 ppm) pour Roundup, de $0,0041.10^3$ ng/ab (10 ppm) à $2,05.10^3$ ng/ab (5000 ppm) pour Glycel et de $0,004.10^3$ ng/ab (10 ppm) à 2.10^3 ng/ab (5000 ppm) pour Alligator. Chaque traitement était constitué de trois répétitions de 25 abeilles chacune. Avant le traitement, les abeilles ont été anesthésiées avec de l'éther. Les observations ont été faites à 2 h, 10 h, 18 h, 24 h, 36 h et 48 h après le test. Les résultats ont indiqué que 48 heures après, les doses supérieures ou égales à $0,36.10^3$ ng/ab (1000 ppm) de Roundup ont induit des taux de mortalité supérieure à 85 %. Après 24 heures, le plus fort taux de mortalité de Glycel ($45,2 \pm 1,6$ %) a été induit par la dose de $1,23.10^3$ ng/ab (3000 ppm). La dose d'Alligator de 2.10^3 ng/ab (5000 ppm) a occasionné les taux respectifs de mortalité de $65,5 \pm 2,4$ % et de 85 % à 24 h et 48 heures après le test. Il est nécessaire de promouvoir de pratiques phytosanitaires durables en relation avec l'utilisation des herbicides, pour éviter les impacts négatifs sur les populations d'abeilles.

Mots clés : *Apis mellifera adansonii*, herbicide, toxicité, dose létale, Bénin

Introduction

Le Bénin est un pays à vocation agricole (PPAB, 2004). L'agriculture représente 40 % de son Produit Intérieur Brut (PIB) et occupe 70 % de la population active (SCRIP, 2007). Les agriculteurs associent plusieurs cultures comme le maïs et le manioc essentiellement au Sud, le maïs et le sorgho dans le Nord du pays. L'élevage des animaux est associé à cette activité pour permettre aux producteurs de subvenir à leurs besoins en période de disette (SCRIP, 2007). Depuis quelques années, l'apiculture est progressivement entrée dans les habitudes des producteurs. Mais la plupart des apiculteurs (70 %), pratiquent cette activité pour récolter du miel (Paraíso et al., 2012a ; Paraíso et al., 2012b). Des études ont montré que la présence de 2 à 3 ruches par hectare dans un verger augmentent de 30 % la production (Pouvreau, 1984). Des données montrent que les abeilles contribuent à environ 10 % du chiffre d'affaire de l'agriculture mondiale

(Adam, 1985; Costanza *et al.*, 1997). En France, la pollinisation des abeilles a augmenté la production agricole à hauteur de 3 milliards de francs (Borneck et Bricout, 1984).

Depuis quelques années, des phénomènes d'affaiblissement de ruchers avec une diminution de l'activité des abeilles, une disparition subite des colonies et/ou une mortalité massive des abeilles, entraînant des pertes de rendements en graines et une réduction de la miellée ont été observés (Viniwanou, 2010; Paraïso *et al.*, 2012a; Paraïso *et al.*, 2012b). Plusieurs facteurs sont évoqués pour expliquer ce phénomène. Entre autres, les pesticides utilisés pour la protection des cultures en agriculture en sont pour une large part responsables. L'une des conséquences est la baisse de l'activité des abeilles, alors que le nombre de cultures agricoles dépendant de la pollinisation a augmenté (Viniwanou, 2010; Paraïso *et al.*, 2012a ; Paraïso *et al.*, 2012b).

L'une des premières causes du déclin des abeilles restent les pesticides. En effet, plusieurs études réalisées dans le monde indiquent que tous les pesticides utilisés en agriculture sont susceptibles de nuire aux abeilles. Louveaux (1984) indique que dans les années 50, l'apiculture a souffert des pesticides dans le bassin parisien où s'est intensifiée d'année en année la culture du colza. L'effet pervers des pesticides sur les abeilles est beaucoup plus perceptible dans les travaux de Johansen (1977), lorsqu'il montrait que le carbaryl, un insecticide coton aux Etats-Unis d'Amérique a causé dans les années 1967, la destruction de 70000 colonies d'abeilles dont 33 000 colonies dans l'état de Washington où il a servi à traiter le maïs. Des études menées par Ingram *et al.* (1996) montrent que le nombre de colonies d'abeilles aux Etats-Unis d'Amérique est passé de 4,3 millions en 1985 à 2,7 millions en 1995 à cause des pesticides. En Europe, le nombre de ruches a diminué d'environ 16 % entre 1985 et 1991, et le nombre d'apiculteurs d'environ 8 % (Williams *et al.*, 1991). En France, l'effectif des apiculteurs et des ruches a respectivement diminué de 20 % et 30 % en 1996 et 2001 (Védrenne, 2002).

Ces insecticides affectent aussi les aptitudes comportementales des abeilles au nombre desquelles, les performances d'apprentissage et de mémorisation, (Pham-Delègue *et al.*, 1992 ; Masson *et al.*, 1993). Une dose sublétales de perméthrine (Mamood & Waller, 1990), ou l'administration subchronique d'imidaclopride et d'endosulfan (Decourtye *et al.*, 2000) ou les applications de doses au champ d'endosulfan et de cyfluthrine (Abramson *et al.*, 2000) diminuent la capacité d'apprentissage olfactif des abeilles. Des études au Bénin confirment également cette toxicité des pesticides aux abeilles (Paraïso *et al.*, 2011; Zoclanclounon *et al.*, 2016 ; Zoclanclounon *et al.*, 2017).

Les doses de pesticides utilisées au Bénin en protection des cultures sont en général supérieures à celles recommandées (Agbohessi *et al.*, 2011 ; Paraïso *et al.*, 2013). Cette pratique n'est pas sans conséquence sur les abeilles. Ainsi, la toxicité des insecticides aux abeilles est assez largement prouvée. Qu'en est-il des herbicides utilisés en agriculture de par le monde? Quel est l'impact de l'herbicide le plus utilisé dans le monde et contenant la matière active "glyphosate" ?

L'objectif de cette étude était d'évaluer la toxicité pour l'abeille *Apis mellifera adansonii* de trois herbicides largement utilisés au Bénin, en Afrique et dans le monde.

Matériel et méthodes

Milieu d'étude

Les échantillons d'abeilles ont été collectés dans un rucher sis à Gannou dans la commune de Parakou située dans le Département du Borgou au Nord-Est du Bénin. Le Borgou est un département avec une superficie de 25 856 km², une population de 1 214 249 habitants en 2013 et une densité de 46,96 hab/km². Il comprend 8 communes dont : Bembèrèkè, N'Dali, Nikki, Kalalè, Parakou, Pèrèrè, Sinendé et Tchaourou (INSAE, 2015).

La commune de Parakou se situe entre 9°21 de latitude Nord et 2°36 de longitude Est, à une altitude moyenne de 350 m et s'étend sur 441 km (INSAE, 2015). Elle est caractérisée par un climat tropical humide de type soudanien avec une grande saison pluvieuse et une grande saison sèche. La saison des pluies commence en avril et dure environ 6 à 7 mois. La saison sèche dure aussi 5 à 6 mois. La température moyenne annuelle enregistrée oscille autour de 27,6° C avec un maximum de 32° C en mars et un minimum de 23° C en décembre-janvier. L'humidité relative varie entre 26,5 % (décembre) et 82 % (Août) et la pluviométrie annuelle varie entre 900 et 1.200 mm (INSAE, 2015).

Matériel

Les travaux ont été effectués dans le Laboratoire de Protection des Végétaux, de Pathologie et de Parasitologie des Abeilles de l'Université de Parakou. Trois herbicides ont été utilisés, il s'agit de : Roundup contenant 360 g/L de glyphosate, Glycel contenant 410 g/L de Glyphosate et Alligator contenant 400 g/L de pendiméthaline.

Pour chacun de ces herbicides, des formulations de 10 ppm ; 30 ; 50 ; 100 ; 250 ; 500 ; 1000 ; 2000; 3000 et 5000 ppm ont été préparées. Elles correspondent aux doses par abeille dans 1 microlitre de:

❖ 0,0036.10³ ng/ab; 0,010.10³ ng/ab; 0,018.10³ ng/ab; 0,036.10³ ng/ab; 0,09.10³ ng/ab; 0,18.10³ ng/ab; 0,36.10³ ng/ab; 0,72.10³ ng/ab; 1,08.10³ ng/ab et 1,8.10³ ng/ab; pour Roundup;

❖ $0,0041.10^3$ ng/ab; $0,0123.10^3$ ng/ab; $0,021.10^3$ ng/ab; $0,0041.10^3$ ng/ab; $0,10.10^3$ ng/ab; $0,21.10^3$ ng/ab; $0,41.10^3$ ng/ab; $0,82.10^3$ ng/ab; $1,23.10^3$ ng/ab et $2,05.10^3$ ng/ab; pour Glycel,

❖ $0,004.10^3$ ng/ab; $0,012.10^3$ ng/ab; $0,02.10^3$ ng/ab; $0,004.10^3$ ng/ab; $0,1.10^3$ ng/ab; $0,2.10^3$ ng/ab; $0,4.10^3$ ng/ab; $0,8.10^3$ ng/ab; $1,2.10^3$ ng/ab et 2.10^3 ng/ab; pour Alligator.

Les abeilles témoins ont été inoculées avec de l'eau sans pesticide. Chaque traitement était constitué de trois répétitions. Les abeilles ont été prélevées deux heures avant le test et laissées dans une glacière contenant de la glace, à une température de 25° C, dans l'obscurité et privées de nourriture. L'inoculation a été effectuée en appliquant 1 microlitre de chaque dose sur le pronotum des abeilles après les avoir anesthésiées. Toutes les abeilles ont été ensuite placées dans des boîtes en polystyrène, perforées, recouvertes par du grillage à petites mailles. Une solution à base de saccharose (500 g) et de 1 litre d'eau a été préparée et a servi à nourrir les abeilles ad libitum.

Analyse statistique des données

Pour déterminer les différences entre les moyennes des traitements, l'analyse de variance a été effectuée après transformation des données brutes (pourcentage de la mortalité des abeilles), par la fonction (arsin(x)), avant les analyses sur ANOVA. L'analyse de variance ANOVA a été faite à l'aide du logiciel SPSS version 9.0 sur ces données pour la comparaison des traitements entre eux. En cas de différences significatives, le test de Student Newman-Keuls (SNK) a été utilisé pour séparer les moyennes des différents traitements. Tous ces paramètres ont été analysés au seuil de signification de 5 %. Les corrections relatives à la mortalité des témoins ont été effectuées selon Abbott (Finney, 1971).

Pour le calcul des doses létales, les données obtenues sont traitées par le logiciel WinDL (CIRAD, Montpellier, version 1998), qui permet de modéliser l'effet de concentrations croissantes d'une molécule d'insecticide sur le taux de mortalité de lots d'insectes (relation dose-effet). Le logiciel WinDL calcule un ajustement des résultats à une droite, après la transformation logarithmique des concentrations et probit des fréquences cumulées de mortalité (droite de Henry).

Résultats

Evaluation de la toxicité de l'herbicide Roundup (360g de glyphosate)

➤ **Sensibilité des abeilles aux différentes doses appliquées**

La figure 1 montre qu'à 24 heures après le test, les taux de mortalité observés au niveau de tous les traitements ont été inférieurs à 25 % et il

n'existe pas de différence significative entre ces taux. Après 48 heures, les faibles doses $0,0036.10^3$ ng/ab (10 ppm); $0,010.10^3$ ng/ab (30 ppm) et $0,018.10^3$ ng/ab (50 ppm) ont occasionné un taux de mortalité inférieur à 50 % tandis que les fortes doses $0,36.10^3$ ng/ab; $0,72.10^3$ ng/ab; $1,08.10^3$ ng/ab et $1,8.10^3$ ng/ab (1000 ppm, 2000 ppm, 3000 ppm et 5000 ppm) ont induit des taux de mortalité supérieurs à 85 %.

Il existe une différence hautement significative au seuil de 5 % entre les taux de mortalité observés au niveau des témoins et celui de la plus forte dose

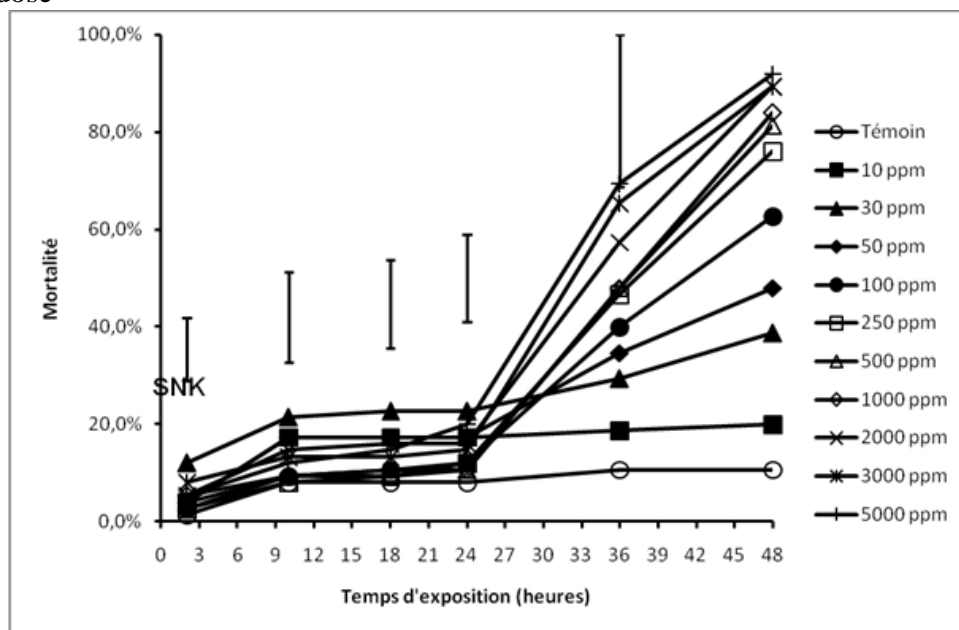


Figure 1: Effet des doses croissantes de la matière active de l'herbicide Roundup sur la mortalité des abeilles.

➤ **Evaluation des doses létales à 10, 50 et 90 % de Roundup**

Les résultats ont montré que $1,1 \times 10^3 \pm 2,0$ g/L a été nécessaire pour tuer 50 % des abeilles après 36 h, et $90,3 \pm 2,0$ g/L pour 50 % des abeilles après 48 h comme mentionnés dans le tableau 1.

Le test d'ajustement du modèle aux données réalisé 36 h après a indiqué les résultats suivants: χ^2 calculé = 3,617 ; ddl = 8 ; p = 0,890 %. Ces valeurs ont montré que la mortalité a augmenté avec l'augmentation de la dose.

Tableau 1 : Doses létales de Roundup et leurs limites inférieures et supérieures 18 h et 36 h après le test de toxicité

Doses létales	Doses (g/L)	Limite inférieures	Limites supérieures
DL90 (36h)	$3,0 \times 10^5 \pm 2,5$	$7,3 \times 10^4$	$7,6 \times 10^6$
DL50 (36h)	$1,1 \times 10^3 \pm 2,0$	$1,4 \times 10^2$	$3,3 \times 10^3$
DL10 (36h)	$4,0 \pm 6,3$	$7,5 \times 10^{-3}$	$4,8 \times 10^1$

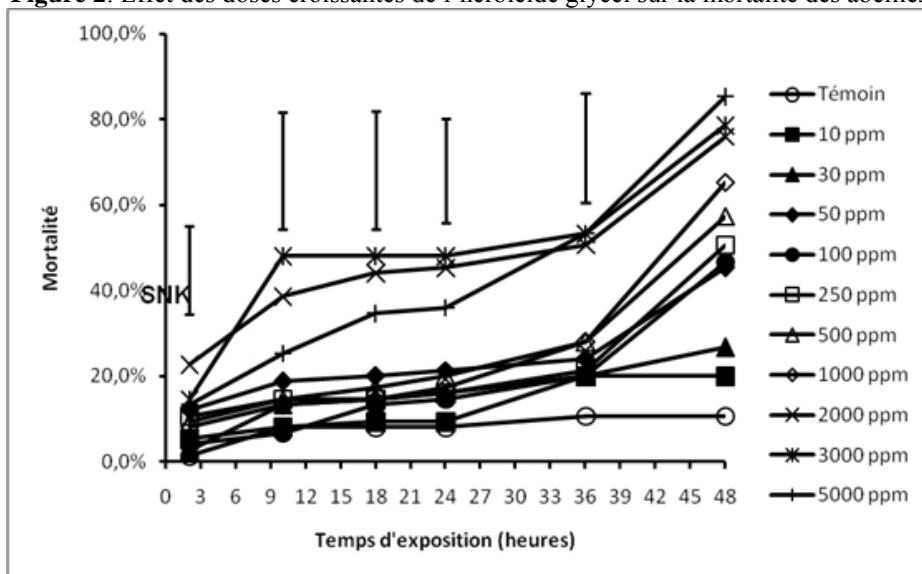
DL90 (48h)	$3,6 \times 10^3 \pm 1,6$	$1,3 \times 10^3$	$1,3 \times 10^4$
DL50 (48h)	$90,3 \pm 2,0$	75,2	$3,1 \times 10^2$

Evaluation de la toxicité de l'herbicide Glycel (410 g/L de Glyphosate)

➤ Sensibilité des abeilles aux différentes doses appliquées

Le plus fort taux de mortalité de l'herbicide glycel après 24 heures était de $45,2 \pm 1,6 \%$ (figure 2) et a été induit par la dose de $1,23.10^3$ ng/ab (3000 ppm). Quarante huit heures après, la dose de 2000 ppm ($0,82.10^3$ ng/ab) a occasionné la plus forte mortalité qui était de $85,2 \pm 3,2 \%$.

Figure 2: Effet des doses croissantes de l'herbicide glycel sur la mortalité des abeilles



➤ Evaluation des doses létales à 10 ; 50 et 90 % de Glycel

L'étude des différentes doses létales induites par Glycel a été résumée dans le tableau 2. Les résultats ont indiqué qu'à 18 h après, il a fallu $2 \times 10^5 \pm 7,9$ g/L de matière active pour tuer 90 % des abeilles ; $1,03 \times 10^4 \pm 2,0$ g/L pour 50 % des abeilles et $5,41 \times 10^2 \pm 2,5$ g/L pour 10 % des abeilles.

Tableau 2 : Doses létales de Glycel et leurs limites inférieures et supérieures à 18 h et 24 h

Doses létales	Doses (g/L)	Limite inférieures	Limites supérieures
DL90 (18h)	$2 \times 10^5 \pm 7,9$	$1,62 \times 10^3$	$2,40 \times 10^7$
DL 50 (18h)	$1,03 \times 10^4 \pm 2,0$	$1,95 \times 10^3$	$5,47 \times 10^4$
DL10 (18h)	$5,41 \times 10^2 \pm 2,5$	$5,83 \times 10^1$	$5,0 \times 10^3$
DL90 (24)	$1,6 \times 10^6 \pm 19,9$	$8,8 \times 10^2$	$1,3 \times 10^9$
DL50 (24h)	$1,5 \times 10^4 \pm 2,5$	$1,9 \times 10^3$	$1,2 \times 10^5$
DL10 (24h)	$2,1 \times 10^2 \pm 6,3$	3,5	$1,3 \times 10^4$

Le test d'ajustement du modèle aux données (Test chi2) effectué 18 h après, a montré les résultats suivants : χ^2 calculé = 21,504 ; ddl = 8 ; p = 0,006 % indiquant qu'il n'y a pas d'effet dose réponse ; en d'autres termes,

la mortalité n'a pas augmenté avec l'augmentation de la dose. Il en est de même pour celui effectué 24 h après (χ^2 calculé = 19,381; ddl = 8 ; p = 0,013 %).

Evaluation de la toxicité de l'herbicide Alligator (400g/L de pendiméthaline)

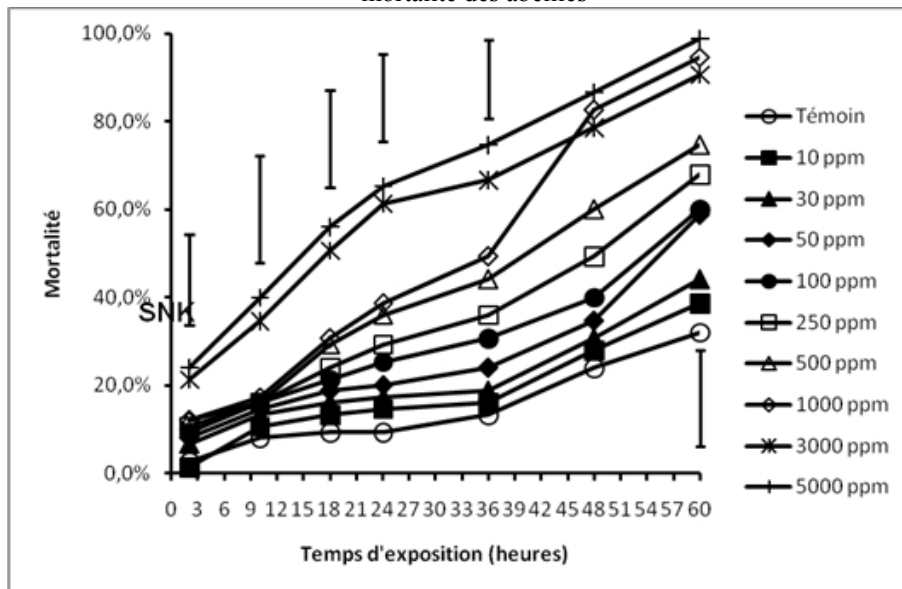
➤ **Sensibilité des abeilles aux différentes doses**

A 24 h après le début du test, les deux plus fortes doses $1,2 \cdot 10^3$ ng/ab (3000 ppm) et $2 \cdot 10^3$ ng/ab (5000 ppm) ont induit des taux de mortalité respectifs de $61,2 \pm 2,4$ % et $65,5 \pm 2,4$ % (Figure 3).

Les doses supérieures à $0,2 \cdot 10^3$ ng/ab (500 ppm) ont induit des taux de mortalité supérieurs à 75 % 48 heures après le test.

Il existe une différence hautement significative au seuil de 5 % entre les taux de mortalité observés au niveau des témoins et ceux des plus fortes doses.

Figure 3: Effet des doses croissantes de la matière active de Alligator sur la mortalité des abeilles



➤ **Evaluation des doses létales à 10, 50 et 90 % d'Alligator**

Le tableau 3 ci-dessous indique les résultats de l'évaluation des doses létales de l'herbicide. Ces résultats ont montré qu'il a fallu $5,8 \times 10^5 \pm 5,0$ g/L pour avoir 90 % du taux de mortalité des abeilles après 18 h, contre $5,1 \times 10^4 \pm 2,0$ g/L après 36 h pour avoir le même taux de mortalité (90 %).

Tableau 3: Doses létales d'Alligator et leurs limites inférieures et supérieures à 18 h et 36h

Doses létales	Doses (g/L)	Limite inférieure (g/L)	Limite supérieure (g/L)
DL90 (18 h)	$5,8 \times 10^5 \pm 5,0$	$8,5 \times 10^4$	$1,4 \times 10^9$

DL50 (18h)	$7,8 \times 10^3 \pm 1,6$	$3,7 \times 10^3$	$3,0 \times 10^4$
DL10 (18h)	$1,0 \times 10^2 \pm 3,2$	0,2	$5,0 \times 10^2$
DL90 (36h)	$5,1 \times 10^4 \pm 2,0$	$2,1 \times 10^4$	$3,5 \times 10^5$
DL50 (36h)	$1,5 \times 10^3 \pm 1,3$	$6,2 \times 10^2$	$2,5 \times 10^3$
DL10 (36h)	$42,5 \pm 2,5$	2,1	$1,6 \times 10^2$

Pour les données obtenues 18 h après, le test d'ajustement du modèle aux données a donné les résultats suivants : χ^2 calculé = 5,672 ; ddl = 8 ; p = 0,684 %. Ces résultats ont indiqué qu'il y a eu un effet dose-réponse (p > 0,5 %). En d'autres termes, la mortalité a augmenté avec l'augmentation de la dose. Il en est de même pour celui réalisé 36 heures après (χ^2 calculé = 1,759 ; ddl = 8 ; p = 0,988 %).

Discussion

Les abeilles sont les principaux insectes pollinisateurs. Elles sont soumises à des pressions diverses parmi lesquelles les insecticides qui entraînent leur déclin. Plusieurs études réalisées montrent l'effet direct de ces produits phytosanitaires sur les abeilles. Les études n'ont cependant concerné que les insecticides (Nauen et *al.*, 2001; Decourtye, 2002; Suchail, 2009 ; Zoclanclounon et *al.*, 2016 ; Zoclanclounon et *al.*, 2017). L'effet des herbicides sur les abeilles n'a été montré qu'à travers la contamination des produits de la ruche (pollen, de la cire, du miel ...) (Bernal et *al.*, 2000 ; Martel et *al.*, 2007 ; Frazier et *al.*, 2008 ; Mullin et *al.*, 2010).

L'incidence de l'herbicide amicarbazone dans un échantillon de pollen pris dans un rucher est de 98 ppb (Fernandez-Muino et *al.*, 1995). Avec l'atrazine, un herbicide systémique, des valeurs de 31 ppb dans la cire, 49 ppb dans le pollen et 81 ppb dans le miel sont observées (Rissato et *al.*, 2007). Une dose de 1730 ppb de l'herbicide pendiméthaline est détectée dans un échantillon de pollen pris dans un rucher (Van Engelsdorp et *al.*, 2009). Les résultats de la présente étude réalisée avec l'herbicide Alligator dont la matière active est la pendiméthaline ont indiqué une mortalité de plus de 20 % avec une dose de 10 ppm 48 heures après le test.

Avec la matière active glyphosate qui est un herbicide largement utilisé en agriculture de par le monde et au Bénin, les études ont été effectuées avec des doses variant de 4,1 ng/ab (10 ppm) à $2,05 \times 10^3$ ng/ab (5000 ppm). Les valeurs de la DL50 de Glycel ont varié de $1,03 \times 10^4$ g/l après 18 heures à $1,5 \times 10^4$ g/l 24 h après le test. Avec Roundup, les doses ont varié de 3,6 ng/ab (10 ppm) à $1,8 \times 10^3$ ng/ab (10 ppm) et la DL50 a varié de $1,1 \times 10^3$ g/l pour 36 h à 90,3 g/l après 48 h. Ces valeurs des DL50 obtenues avec le Glyphosate sont supérieures à celles trouvées par (Zoclanclounon et *al.*, 2016) avec l'insecticide deltaméthrine et 21 fois supérieures à celles obtenues par Zoclanclounon et *al.* (2017) avec Cypadem, un insecticide connu très toxique aux abeilles. Des études menées avec la deltaméthrine sur les

abeilles *Apis mellifera* mellifera indiquent une DL50 à 24 et 48 h de 51 ng/ab (Stevenson, 1978 ; Worthing, 1979). Une DL50 de 109,72 ng/ab est trouvée par Atkins et Anderson (1954). D'autres auteurs obtiennent une DL50 à 48 heures de 0,067 µg/ab (Smart et Stevenson, 1982). Lorsqu'il est reporté qu'au laboratoire, la dose létale à 50 % (DL50) d'un produit donné varie fréquemment d'un facteur 10, quelquefois d'un facteur 100, voire 1000 (Atkins et *al.*, 1981), ces différentes valeurs de DL50 des insecticides mentionnées ci-dessus en comparaison avec celles des herbicides obtenues dans la présente étude montrent une similitude de LD50 entre les insecticides et les herbicides.

Les résultats de la présente étude ont montré que l'utilisation des herbicides dans le maraîchage et probablement sur les autres cultures, a un impact négatif sur l'abeille *Apis mellifera* adansonii. Les herbicides sont pourtant connus pour ne pas être nocifs aux insectes. Il est donc nécessaire de prendre des dispositions appropriées afin de préserver la vie des abeilles et autres pollinisateurs à travers une utilisation rationnelle des herbicides.

Conclusion

Les herbicides sont connus pour ne pas être toxiques aux auxiliaires de cultures. Les résultats de la présente étude ont pourtant montré leur caractère nocif aux abeilles. La toxicité de ces matières actives a été comparable à celle des insecticides. L'utilisation inappropriée de ces matières actives par les agriculteurs est assez préjudiciable aux pollinisateurs. Du fait des multiples intérêts que revêtent les abeilles, il s'avère très important de recourir à des pratiques durables de gestion des ravageurs dans le cadre de la protection des végétaux.

References:

1. Abramson, C. I., Aquino, I.S., Ramalho, F.S., Price J. M. (2000). The effect of insecticides on learning in the Africanized Honey bee (*Apis mellifera* L.). *Arch. Environ. Contam. Toxicol*, **37**: 529-535.
2. Adam, F. (1985). Les croisements et l'apiculture de demain. Paris: SNA, 1985, 127p.
3. Agbohessi, T., Imorou I., Yabi, J. A., Dassoundo-Assogba, J.F.C., Patrick, K. (2011). Caractérisation des pesticides chimiques utilisés en production cotonnière et impact sur les indicateurs économiques dans la Commune de Banikoara au nord du Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* **5(5)**: 1828-1841.
4. Atkins, E. L. et Anderson L.D. (1954). Toxicity of pesticide dust to honey bees. *J. Econ. Entomol.* **47**: 969-972.
5. Atkins, E.L., Kellum, D. et Atkins, K.W. (1981). Reducing pesticide hazards to honey bees' mortality prediction techniques and integrated

- management strategies. Univ. Calif., Div. Agric. Sci., Leaflet 2883. 23p.
6. Bernal, J.L., Jimenez, J.J., del Nozal, M.J., Higes, M., Llorente, J. (2000). Gas chromatographic determination of acrinathrine and 3-phenoxybenzaldehyde residues in honey, *J. Chromatogr. A* 882: 239-243.
 7. Borneck, R., Bricout, J-P. (1984). Evaluation de l'incidence économique de l'entomofaune pollinisatrice en agriculture. *Bull. Tech. Apic*, 11(2):117-124.
 8. Costanza, R., D'Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon B. (1997). The value of the world's ecosystem and natural capital. *Nature*. **387** : 253-260.
 9. Decourtye, A., Le Metayer, M., Renou, M., Pham-Delègue, M. H. (2000). Effets de doses sublétales de pesticides sur le comportement de l'Abeille domestique *Apis mellifera* L. Actes Coll. *Insectes Sociaux*, **13** : 105-113.
 10. Decourtye, A. (2002). Etude de l'impact de produits phytopharmaceutiques sur la survie et l'apprentissage associatif chez l'abeille domestique (*Apis mellifera*L.). Thèse de doctorat. Université de Paris XI-UFR Scientifique d'Orsay.134p.
 11. Douro Kpindou, O. K., Paraíso, A., Djegui, D. A., Glitho, A.I., Maffon, S., Tamò, M. (2013). Comparative study of the efficacy of entomopathogenic fungi, chemicals and botanical pesticides in the management of cotton pests and their natural enemies in Benin. *International Journal of Science and Advanced Technology*, 3(1) : 23-29.
 12. Fernandez-Muino, M.A., Sancho, M.T., Muniategui, S., Huidobro J.F., Simallozano, J. (1995). Non acaricide pesticide residues in honey – Analytical methods and levels found, *J. Food Protect.* **58**: 1271-1274.
 13. Finney, D.J. (1971). Probit Analysis. 3rd ed., Cambridge, London and New York.
 14. Frazier, M., Mullin, C., Frazier, J., Ashcraft, S. (2008). What have pesticides got to do with it? *Am. Bee J.* **148**: 521-523.
 15. Ingram, M., Nabhan, G.P., Buchmann, S. (1996). Impending pollination crisis threatens biodiversity and agriculture. *Tropinet*, **7**: 1-8.
 16. INSAE (Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique) (2015). RGPH4: Que retenir des effectifs de population en 2013 ?. 33p.
 17. Johansen, C. A. (1977). Pesticides and pollinators. *Ann. Rev. Entomol*, **22** : 177-192.

18. Louveaux J., 1984. Les traitements phytosanitaires et les insectes pollinisateurs. In : Pollinisation et production végétales. Eds Pesson et J. Louveaux. INRA Paris. 565-575.
19. Mamood, A. N. et Waller G. D. (1990). Recovery of learning responses by honeybees following a sublethal exposure to permethrin. *Physiol. Entomol.* **15**: 55-60.
20. Martel, A.C., Zeggane, S., Aurieres, C., Drajnudel, P., Faucon, J.P., Aubert, M. (2007). Acaricide residues in honey and wax after treatment of honey bee colonies with Apivar (R) or Asuntul (R) 50, *Apidologie* **38**: 534-544.
21. Masson, C., Phm-Delègue, M. H., Fonta, C., Gascuel, J., Arnild, G., Nicolas, G., Kerszberg, M. (1993). Recent advances in the concept of adaptation to natural odor signals in the honeybee, *Apis mellifera* L. *Apidologie*, **24**: 169-194.
22. Mullin, C.A., Frazier, M., Frazier, J.L., Aschcraft, S., Simondes, R., VanEngelsdorp, D., Pettis, J.S. (2010). High levels of miticides and agrochemicals in North American apiaries: Implications for honey bee health, *PLoS One*, accessed 19 March 2010, <http://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0009754>.
23. Nauen, R., Ebbinghaus-Kintscher, U., et Schmuck, R. (2001). Toxicity and nicotinic acetylcholine receptor interaction of imidacloprid and its metabolites in *Apis mellifera* (Hymenoptera : Apidae). *Pest Manag. Sci.* **57** : 577-586.
24. Paraiso, A., Olodo, P. G., Tokoudagba, S. F., Yegbemey R. N., Sanni, A. et Gumetzoe, Y. M. D. (2012b). Déterminants et contraintes de la production du miel dans le Nord-Ouest du Bénin : Cas des communes de Natitingou et de Tanguiéta. *J. Rech. Sci. Univ. Lomé (Togo)*, **14(1)**: 69-84.
25. Paraiso, A., Sossou, A., Daouda, Iz-H., Yegbemey, R. N. et Sanni, A. (2012a). Perceptions and adaptations of beekeepers and honey hunters to climate change in the Northwest of Benin: case of the Communes of Natitingou and Tanguieta. *African Crop Science Journal*, **20(2)**: 523–532.
26. Pham-Delège, M. H., Etievant, P., Masson, C. (1992). Allelochemicals mediating foraging behaviour: the bee-sunflower model. In: The behavior and Physiology of bees. Ed. L. J. Goodman & R.C. Fisher. Chap. **13**: 163-164.
27. Pouvreau, A. (1984). Quelques cultures fruitières des régions tropicales. In : Pollinisation et productions végétales. Eds Pesson & J. Louveaux INRA- Paris. 409-426.

28. PPAB (Programme de Professionnalisation de l'Agriculture au Bénin) (2004). Le point sur la filière anacarde, note d'information. 9p.
29. Rissato, S.R., Galhiane, M.S., De Almeda, M.V., Gerenutti, M., Apon, B.M. (2007). Multi residue determination of pesticides in honey samples by gas chromatography-mass spectrometry and application in environmental contamination. *Food Chem.* **101**: 1719-1726.
30. SCR.P. (2007). Document de Stratégies de croissance pour la réduction de la pauvreté au Bénin 2007-2009. 117p.
31. Smart, L.E. et Stevenson J.H. (1982). Laboratory estimation of toxicity of pyrethroid insecticides to honeybees: relevance to hazard in the field. *Bee World.* **63**:150- 153.
32. Stevenson, J.H. (1978). The acute toxicity of unformulated pesticides to worker honey bees (*Apis mellifera* L.). *Plant Path.* **27**: 38-40.
33. Suchail, S. (2009). Toxicité subchronique de l'imidaclopride et de ses métabolites chez l'abeille domestique *Apis mellifera*. Abeille de France. 15p
34. Van Engelsdorp, D., Evans, J.D., Saegerman, C., Mullin, C., Haubruge, E., Nguyen, B.K., Frazier, M., Frazier, J., Cox-Foster, D., Chen, Y., Underwood, R., Tarpay, D.R., Pettis, J.R. (2009b). Colony collapse disorder: A descriptive study, *PLoS One* 4: 1-17.
35. Védrenne, Y. (2002). L'apiculture en France. Le Courrier de la Nature. **196**: 39-41.
36. Williams, I. H., Corbert, S. A., Osborne, J. L. (1991). Beekeeping, wild bees and pollination in the European Community. *Bee World*, **72**: 170-180.
37. Viniwanou, N. (2010). Caractéristiques morphométriques de l'abeille *Apis mellifera adansonii* et identification de quelques parasites et maladies dans des ruchers au Nord-Est du Bénin. Thèse pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur Agronome. Département de Production Végétale, option : Sciences et Techniques de Production Végétale, FA/ UNIPAR, Bénin, 79 p + annexes.
38. Worthing, C. R. (1979). The pesticide manual. A world compendium. 6th edition. British crop Protection Council. 119; 137; 432.
39. Zoclanclounon, D., Paraïso, A., Boulga, J., Akogbeto, F., Paraïso, G., Yeyi, C. (2016). Toxicity to Honey Bees *Apis mellifera* Adansonii of three insecticides used in cotton cultivation in Benin. *J. Entomology*, **13**: 161-169.
40. Zoclanclounon, D., Paraïso. G., Paraïso, A., Akogbeto, F., Quenum, G. (2017). Sensitivity of bee *Apis mellifera* adansonii to a fungicide commonly used in Benin. *Journal of Entomology.* **7(3)**:1-9.