



## Toxicité subchronique du Thiaméthoxame insecticide utilisé en protection des végétaux sur deux espèces locales d'*Apis mellifera* L.

NORA CHAHBAR-ADIDOU<sup>1</sup>, KAMEL HAMADI<sup>2</sup>, FATMA ACHEUK<sup>1</sup> & SALAHEDDINE DOUMANDJI<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire VALCORE, Faculté des Sciences, Université M'Hamed Bougara, Boumerdes, Algérie

<sup>2,3</sup>Département de Zoologie Agricole et Forestière, Ecole Nationale Supérieure Agronomique El-Harrach, Alger, Algérie.

\*Corresponding author:

Received; 20 March 2018/Accepted: 04 Mai 2018

### Abstract

Honeybees are excellent biological indicators because they signal the chemical degradation of the environment in which they live. The higher or lower degree of mortality and the different levels of damage to the honeybees with express their sensitivities on presence of phytosanitary substances used in agriculture. Our experiment was conducted to investigate the effect of Thiamethoxam, insecticide used in plant protection on the local honeybee. The subchronic toxicity of Thiamethoxam has been studied in two subspecies *Apis mellifera intermissa*, and *Apis mellifera sahariensis*. In all toxicological studies, each dose included three cages of 20 individuals and each study was replicated three times. The honeybees were fed a sucrose solution with increasing doses of the insecticide used. From the acute toxicity, four doses DL<sub>80</sub>, DL<sub>20</sub> and 2 sublethal doses are chosen. These doses are given only once (single dose) and once (same dose divided over 5 days). The subchronic toxicity study shows that thiamethoxam is toxic in both species of bees whether administered in single doses (acute toxicity) or in divided doses. A high mortality rates is shown by given fragmented doses during 5 days

**Keys words:** Insectid, Thiamethoxam, *Apis mellifera intermissa*, *Apis mellifera sahariensis*, Toxicity, subchronic.

### Résumé

Les abeilles sont d'excellents indicateurs biologiques parce qu'elles signalent la dégradation chimique de l'environnement dans lequel elles vivent. Le degré de mortalité plus ou moins élevé et les différents niveaux de dommages subis par les abeilles elles-mêmes en présence de substances phytosanitaires utilisées en agriculture, expriment leurs sensibilités. C'est dans cet objectif que notre travail s'intègre et consiste à évaluer l'effet du Thiaméthoxame, insecticide utilisé en protection des végétaux sur l'abeille domestique locale. La toxicité subchronique de Thiaméthoxame a été étudiée chez deux sous-espèce *Apis mellifera intermissa*, et *Apis mellifera sahariensis*. Les abeilles ont été nourries avec une solution de saccharose avec des doses croissantes de l'insecticide utilisé. A partir de la toxicité aiguë, quatre doses DL<sub>80</sub>, DL<sub>20</sub> et 2 doses sublétales sont choisies. Ces doses sont données en seule fois (dose unique) et en répétée (même dose fractionnée sur 5 jours). L'étude de la toxicité subchronique montre que le Thiaméthoxame est toxique sur les deux races d'abeilles qu'il soit administré en doses uniques (toxicité aiguë) ou en doses fragmentées. Des doses fragmentées au cours de 5 jours donnent des taux de mortalités élevés.

**Mots clés :** Insecticide, Thiaméthoxame, *Apis mellifera intermissa*, *Apis mellifera sahariensis*, Toxicité subchronique.

## Introduction

L'utilisation des produits phytopharmaceutiques dans la lutte contre les ravageurs des cultures est une nécessité. Mais ce moyen de lutte n'est pas sans risque et peut entraîner des effets non intentionnels qui se manifestent par une toxicité chez les organismes non cibles comme les insectes utiles. Parmi ces derniers, les abeilles domestiques sont intéressantes à plus d'un titre, notamment sur les plans économique, agronomique, scientifique et écologique. Du point de vue économique, les abeilles domestiques produisent du miel, de la gelée royale, de la propolis et de la cire. Celles-ci en milieu agricole apportent un accroissement quantitatif et qualitatif des productions. Elles interviennent dans le brassage génétique des cultures, dans le maintien de la biodiversité et dans l'obtention de semences (Williams, 1994 ; Vaissiere et Morison, 2003). Les abeilles domestiques et sauvages tiennent un rôle clef dans les écosystèmes terrestres. En effet, plus de 80 % des espèces à fleurs ne pourraient accomplir leur cycle de développement sans l'intervention des pollinisateurs, qui participent de manière prépondérante à la reproduction de nombreux végétaux (Vaissiere, 2002 ; Haubruge *et al.*, 2006 ; Breeze *et al.*, 2011). Grâce à son comportement social complexe, l'abeille représente l'un des meilleurs modèles scientifiques pour les études sur les fonctions d'apprentissage, de mémorisation et d'orientation lors des déplacements pour le butinage. De plus, d'un point de vue écologique, cet insecte utile joue le rôle de bio-indicateur très sensible aux polluants de sources diverses (KEVAN, 1999). Face au rôle de l'abeille dans l'environnement, le législateur l'élève au rang d'insecte protégé. En dépit de cela, les apiculteurs observent une disparition massive des abeilles dans les ruchers. La diminution du nombre des ruches n'est pas seulement un phénomène restreint à l'échelle nationale, des pertes ont aussi été signalées aux USA, au Canada, en Australie et dans de nombreux pays Européens. Il s'agit d'un phénomène d'ampleur mondiale. Les pesticides sont fréquemment désignés comme responsables des chutes au sein des populations d'*Apis mellifera* Linné, 1758 (Greig-Smith *et al.*, 1994; Lefebvre et Bruneau, 2003; Barnett *et al.*, 2007; Chauzat *et al.*, 2010b; Johnson *et al.*, 2010; Medrzycki *et al.*, 2010; Marzaro *et al.*, 2011 ; Belzunces *et al.*, 2012). En particulier, les effets des acaricides sont montrés du doigt (Loucif-Ayad *et al.*, 2009 ; Harz *et al.*, 2010; Chahbar *et al.*, 2014).

En Algérie, depuis une dizaine d'années, les apiculteurs observent des troubles graves au sein de leurs colonies et mettent en avant la responsabilité de certains insecticides utilisés en protection des végétaux. En effet, de nombreux apiculteurs signalent un affaiblissement ou même une dépopulation totale de la ruche. Ceci peut être dû à des altérations du système nerveux des abeilles, d'autant plus que 90 % des insecticides utilisés en milieux agricoles et forestiers ont des propriétés neurotoxiques. La préparation commerciale Actara 25% WG qui contient le Thiaméthoxame est reconnue comme étant toxique pour les abeilles et par conséquent, elle est interdite d'usage pendant la période de floraison. Cependant, le Thiaméthoxame est systémique. Il se trouve donc présent en faibles concentrations dans le végétal traité pendant tout son cycle de développement.

Il est donc nécessaire de déterminer la sensibilité de l'abeille domestique locale *Apis mellifera intermissa* Buttel-Reepen, 1906 et *Apis mellifera sahariensis* Baldensperger, 1924 en testant la toxicité subchronique.

## **1. Matériel et Méthodes**

### **1.1. - Matériel biologique**

Le matériel biologique utilisé concerne les deux races de l'abeille domestique locale qui sont *Apis mellifera intermissa* et *Apis mellifera sahariensis*.

Les abeilles ouvrières sont collectées à partir du rucher expérimentale du département de Zoologie Agricole de l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique (ENSA) d'El Harrach.

Les abeilles collectées sont des ouvrières appartenant aux deux races d'abeilles algériennes. *Apis mellifera intermissa* provient de la plaine de la Mitidja et *Apis mellifera sahariensis* de la région de Ben Zireg de la wilaya de Béchar. Ces ruches ne font l'objet ni de la transhumance ni de traitements à l'aide de pesticides. La colonie utilisée doit présenter un état général satisfaisant et une absence de symptômes pathologiques visibles.

### **1.2. - Matière active de l'insecticide expérimenté : Thiaméthoxame**

Le Thiaméthoxame est le premier représentant de la seconde génération des Néonicotinoïdes et appartient à la sous classe des Thianicotinyls (Maienfisch *et al.*, 1999). Il possède des caractéristiques systémiques exceptionnelles et un fort effet préventif face à la transmission des virus. Les qualités de cet insecticide permettent des méthodes d'applications flexibles, une excellente efficacité, supérieure à celle de l'Imidaclopride ou de l'Acétamipride et une activité résiduelle prolongée. Le Thiaméthoxame est homologué en Algérie sous la marque Actara 25 WG pour son utilisation contre les pucerons et les aleurodes de toutes les cultures.

### **1.3. - Etude toxicologique**

Les abeilles peuvent s'intoxiquer de deux manières, soit par l'ingestion de Thiaméthoxame ou par celle de ses métabolites contenus dans le nectar ou dans le pollen, soit par contact direct dans le cas de Actara qui est utilisé en goutte à goutte et pulvérisé sur les végétaux.

La méthode toxicologique débute par l'étude de la toxicité aiguë permettant d'évaluer la toxicité intrinsèque du Thiaméthoxame chez l'abeille domestique locale. La détermination de la dose létale 50 (DL<sub>50</sub>) est faite au préalable. Puis les doses de Thiaméthoxame à utiliser pour l'étude de la toxicité subchronique sont fixées.

#### **1.3.1. - Emploi des cages de contention**

Les cages de contention de type Pain (12 x 11 x 8 cm) sont en bois, fermées sur deux côtés par des plaques fines de plexiglas amovibles et percées d'orifices permettant l'aération. Le dessus de la cage est constitué d'une plaque en bois fixe, percée de deux orifices. Ces derniers permettent le passage de deux tubes à essai de 5 ml servant d'abreuvoir et de nourrisseur.

### 1.3.2.1. - Prélèvement des abeilles

Les abeilles sont prélevées dans la colonie la veille de l'essai. Après le prélèvement, elles sont immédiatement soumises à une anesthésie afin de les répartir entre les cages de contention à raison de 20 individus par enceinte. Des abeilles supplémentaires sont à prévoir pour remplacer les individus morts ou présentant des comportements anormaux.

### 1.3.2.2. - Conservation des abeilles

Les abeilles sont placées à l'obscurité dans une enceinte climatisée à  $25 \pm 2$  °C et à une humidité relative comprise entre 50 et 70 %. Pendant toute la durée du test, les abeilles sont alimentées *ad libitum* avec du candi et de l'eau (Fig.1).



**Figure 1 - Cagettes de contention de type Pain en place dans une étuve lors d'un essai toxicologique (Photographie CHAHBAR-2016).**

### 1.3.3. - Définition d'un test

L'unité expérimentale est une cagette de 20 abeilles. Chaque essai comprend les traitements témoins à l'aide d'une solution de saccharose en supplément de l'acétone et des traitements-essais avec différentes doses du produit à tester. Chaque modalité de traitement comprend 3 cagettes d'abeilles. Les essais sont répétés au minimum 3 fois en renouvelant chaque fois les abeilles et les solutions du produit à tester.

Les traitements témoins permettent d'estimer la mortalité naturelle et de vérifier la qualité des abeilles utilisées dans l'essai. Les traitements témoins permettent d'évaluer la toxicité du solvant utilisé pour préparer les solutions à base de Thiaméthoxame.

#### **1.3.4. - Toxicité Subchronique (réitérée)**

Les abeilles dans les cagettes sont réparties de la même manière à raison de 20 abeilles par enceinte. A partir de la toxicité aiguë, quatre doses DL<sub>80</sub>, DL<sub>20</sub> et 2 doses sublétales) sont choisies. Ces doses sont données en une seule fois (dose unique) et en réitérée (même dose fractionnée sur 5 jours).

Avant le traitement, les abeilles sont soumises à un jeûne de 2 heures à 25 ± 2 °C et à l'obscurité. Elles sont ensuite nourries avec 200 µl (soit 10µl par abeille) à l'aide d'une solution de saccharose à 55,5 % (poids/volume) contenant le produit à différentes doses (doses uniques et doses réitérées). Après avoir consommé le sirop contenant les différentes doses, les abeilles sont alimentées avec du candi et de l'eau.

Chaque jour, à la même heure, et avant de faire jeûner les abeilles, les morts sont comptés et les abeilles vivantes sont notées sur les cagettes afin d'ajuster la quantité de toxique pour les doses réitérées. La mortalité est contrôlée pendant 5 jours à la même heure chez les abeilles traitées aux doses réitérées et aux doses uniques.

#### **1.4.-Contrôle de la mortalité**

Toutes les abeilles parfaitement immobiles, à un moment défini, sont considérées comme mortes. La mortalité des abeilles dans les cagettes témoins doit être inférieure à 10% de la population initiale d'abeilles (EPPO, 1992).

Les mortalités sont exprimées en pourcentage de la population initiale après avoir été préalablement corrigées selon la formule d'Abbott (1925) :

$$M = \left( \frac{P - T}{S} \right) \times 100$$

Où M est la mortalité corrigée exprimée en pourcentage de la population initiale, P est la mortalité induite par la substance active, T la mortalité des témoins et S le nombre de survivant des témoins.

#### **1.5.- Analyse statistique**

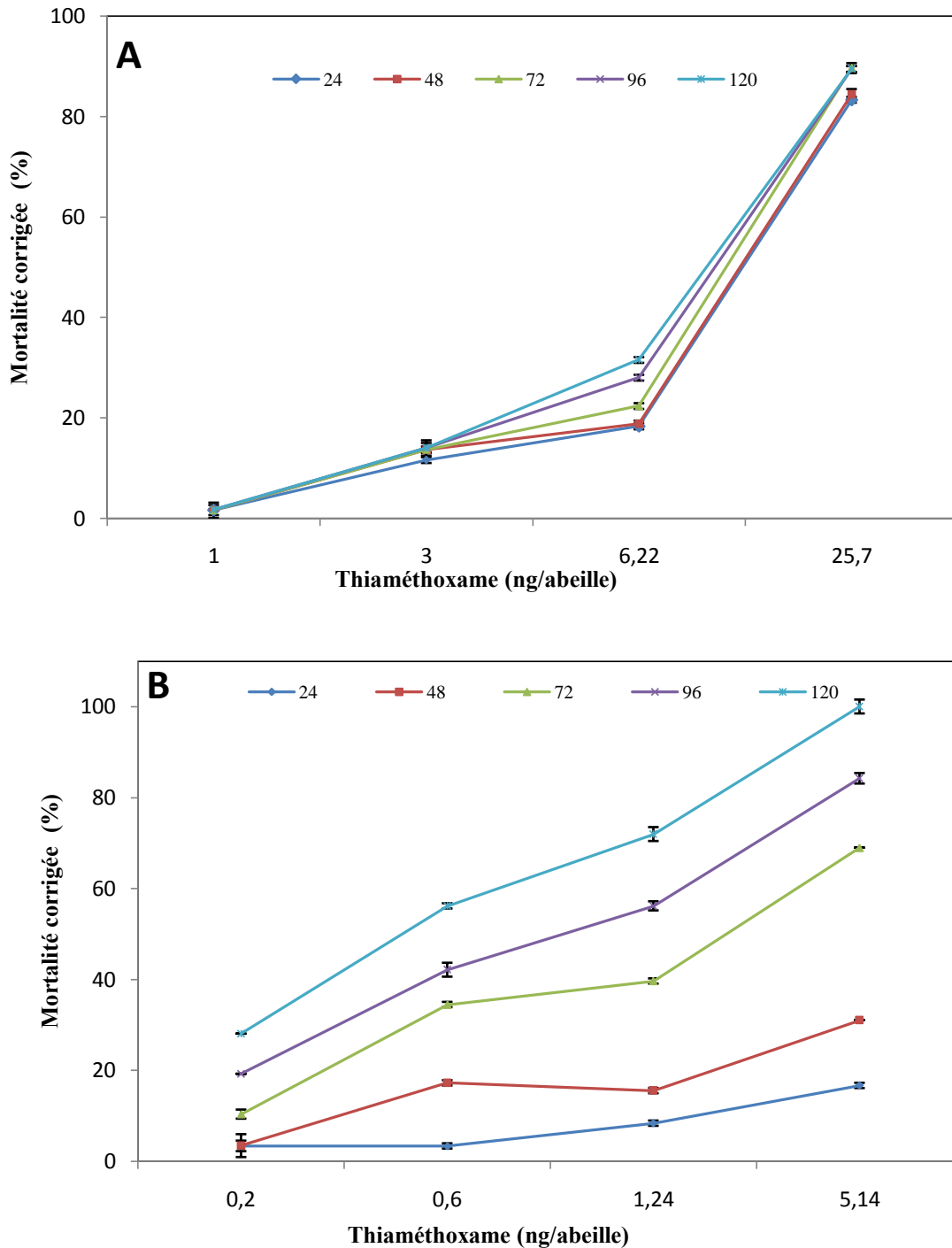
Les DL50 sont obtenues par la transformation en probit des taux de mortalités. Les données ont été analysées par le test ANOVA et le logiciel XLSTAT 2012. Une valeur de p<0,05 est considérée comme significative.

## 2- Résultats

### 2.1 - Relation dose–mortalité

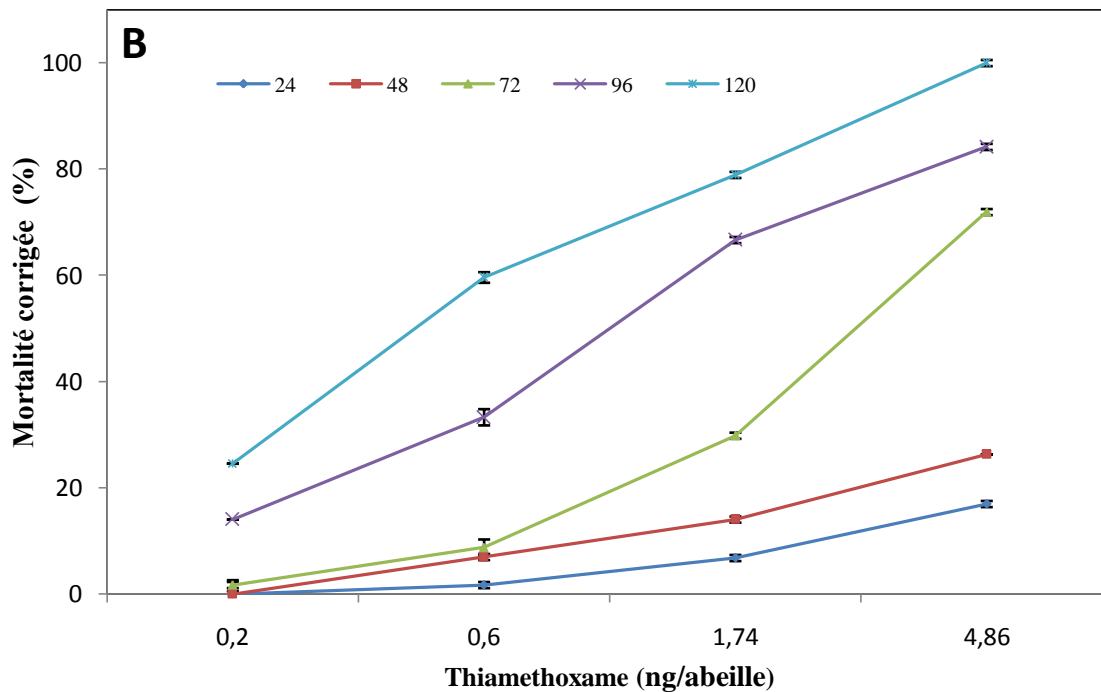
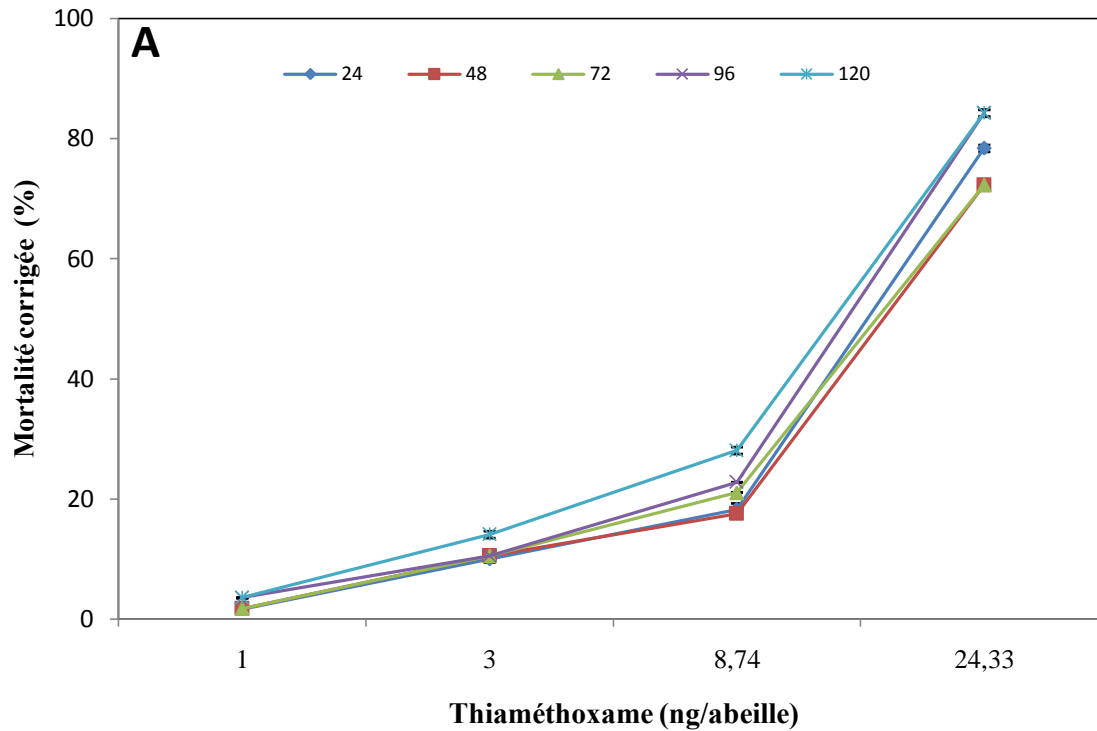
Les résultats sur la relation dose-mortalité de la toxicité obtenue par les doses uniques et par les doses utilisées en répétées sont représentés dans la figure 2 A et B et la figure 3 A et B. Le Thiaméthoxame appliqué en doses élevées ou en doses faibles induit toujours des relations doses-mortalités. Il existe toujours une relation proportionnelle entre la dose du Thiaméthoxame appliqué et la mortalité enregistrée. Pour *A. mellifera intermissa*, les doses uniques fortes qui sont la DL<sub>80</sub> (25,7 ng/abeille), la DL<sub>20</sub> (6,2 ng/abeille) engendrent respectivement des mortalités de 83,4% et 18,4% après 24 heures. Quant aux deux doses faibles qui sont sublétales (3ng et 1ng/abeille) elles induisent des taux létaux respectivement de 11,7% et 1,7% au bout de 24 heures. Mais 120 heures plus tard, les taux de mortalités atteignant respectivement 89,5 % et 31,6 % pour les deux doses uniques fortes et 14,1 % et 1,8 % pour les doses uniques sublétales (Fig. 2A). De même pour *A. mellifera sahariensis* les doses uniques élevées soit 24,33 ng/abeille et 18,2 ng/abeille provoquent des taux de mortalités de 78,4 % et 18,2 % après 24 heures de traitement. Les doses uniques basses de 3 ng/abeille et de 1 ng/abeille impliquent des taux létaux de 10 % et 1,7 % 24 heures plus tard. Au bout de 120 heures, les taux de mortalités enregistrés atteignent respectivement 84,2% et 28% pour les deux doses les plus élevées (Fig. 3A). Par contre ces taux ne sont que de 14% et 3,5% respectivement pour les doses les plus faibles.

Cependant les doses répétées induisent des pourcentages de mortalité faibles au bout de 24 et de 48 heures pour les deux espèces d'abeilles. Au-delà de 72 heures, les taux létaux ne cessent d'augmenter. Plus tard, au bout de 120 heures pour *A. mellifera intermissa*, les doses répétées de 5,14ng et 1,24ng/abeille donnent des taux de mortalité de 100 % et de 71,9 % (Fig. 2B). Mais celles de 0,6ng et de 0,2ng/abeille aboutissent respectivement avec des taux de mortalité de 56,2 % et 28 %. De même, pour *A. mellifera sahariensis*, les doses répétées de 4,86ng et de 1,74ng/abeille induisent après 5 jours (120 h) des pourcentages de mortalités respectivement de 100 % et de 78,9 % (Fig. 3B). Mais celles de 0,6ng et de 0,2 ng/abeille impliquent des taux létaux un peu plus faibles soit respectivement 59,6 % et 24,6 % 5 jours après le traitement. Ainsi, au-delà de 72 heures les taux de mortalité engendrés par les doses répétées dépassent largement ceux enregistrés avec les doses uniques. Les résultats de l'analyse de la variance ANOVA ( $p < 0,0001$ ) montrent que l'effet traitement est hautement significatif pour ce qui de la sensibilité au Thiaméthoxame pour *A. mellifera intermissa* et pour *A. mellifera sahariensis*



**Figure 2 - Relation dose- mortalité de la sous espèce *Apis mellifera intermissa* après ingestion du thiaméthoxame**

**A : Doses uniques, B : Doses réitérées.** La mortalité des abeilles est observée après 24 h, 48h, 72h, 96h et 120 heures. Les données représentent la moyenne  $\pm$  erreur standard de 3 expériences réalisées en triplicat. L'absence de barre d'erreur correspond à un écart-type égale à 0. La mortalité des témoins est inférieure à 10 %.



**Figure 3 - Relation dose- mortalité de la sous espèce *Apis mellifera sahariensis* après ingestion du thiaméthoxame**

**A : Doses uniques, B : Doses réitérées.** La mortalité des abeilles est observée après 24 h, 48h, 72h, 96h et 120 heures. Les données représentent la moyenne  $\pm$  erreur standard de 3 expériences réalisées en triplicat. L'absence de barre d'erreur correspond à un écart-type égale à 0. La mortalité des témoins est inférieure à 10 %.



## 2.2 – Cinétiques de mortalités

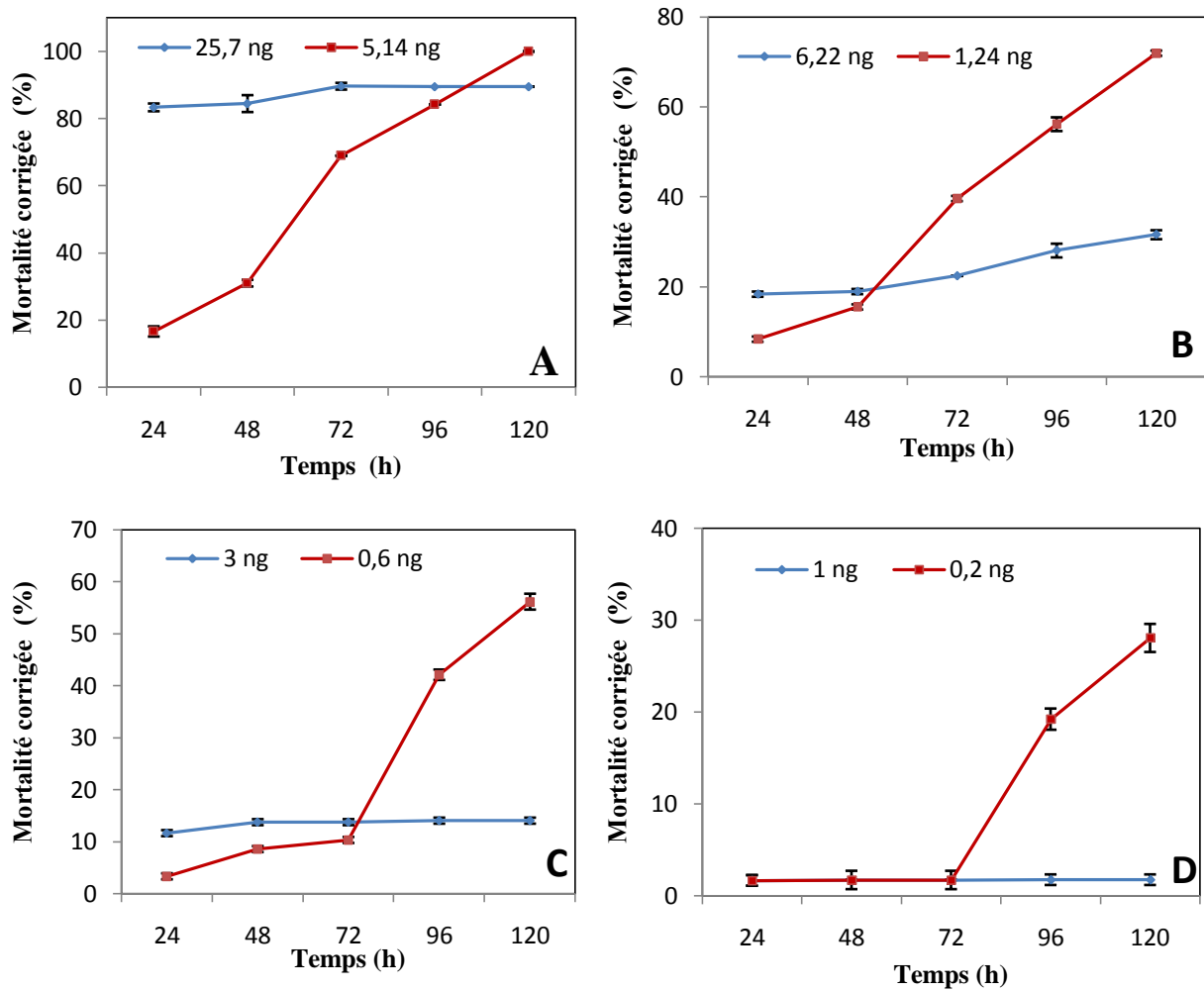
Les résultats de la comparaison de la cinétique de mortalité entre les doses uniques et les doses réitérées sont représentés dans les figures 4 et 5.

Pour *A. mellifera intermissa*, la DL<sub>80</sub> soit 25,7 ng/abeille donne des pourcentages de mortalité qui varient de 83,4 % à 89,5 % entre le premier et le cinquième jour. En revanche, la DL<sub>80</sub> fragmentée au cours des 5 jours soit 5,14ng/abeille provoque de faibles taux de mortalité de 16,6 % et de 31% respectivement au bout de 24 et de 48 heures. Ces taux de mortalité ne cessent d'augmenter et atteignent 100 %, 120 heures après le traitement (Fig. 4A).

Les pourcentages de mortalité observés pour la DL<sub>20</sub> soit 6,22 ng/abeille sont de l'ordre de 18,6 % au bout de 24 heures et 31,6 % au bout de 120 heures. Par contre, les mortalités observées à la dose 1,24 ng/abeille (DL<sub>20</sub> fragmentée sur 5 jours) sont faibles au bout de 48 heures. Au-delà de ce temps, la mortalité ne cesse d'augmenter jusqu'à être double de celle notée à la DL<sub>20</sub> (Fig. 4B). Les taux de mortalité observés aux deux doses sublétales demeurent basses ne dépassant pas 14 % pour 3 ng/abeille et 1,7 % pour 1ng/abeille au bout de 120 heures. Les doses réitérées de 0,6ng et 0,2ng/abeille provoquent des taux de mortalités très faibles au bout de 48 heures. Plus tard au bout de 120 heures, les mortalités s'élèvent rapidement atteignant des pourcentages de 56,1 % pour la dose de 0,6 ng/abeille et de 28 % pour la dose 0,2 ng/abeille (Fig. 4C et D).

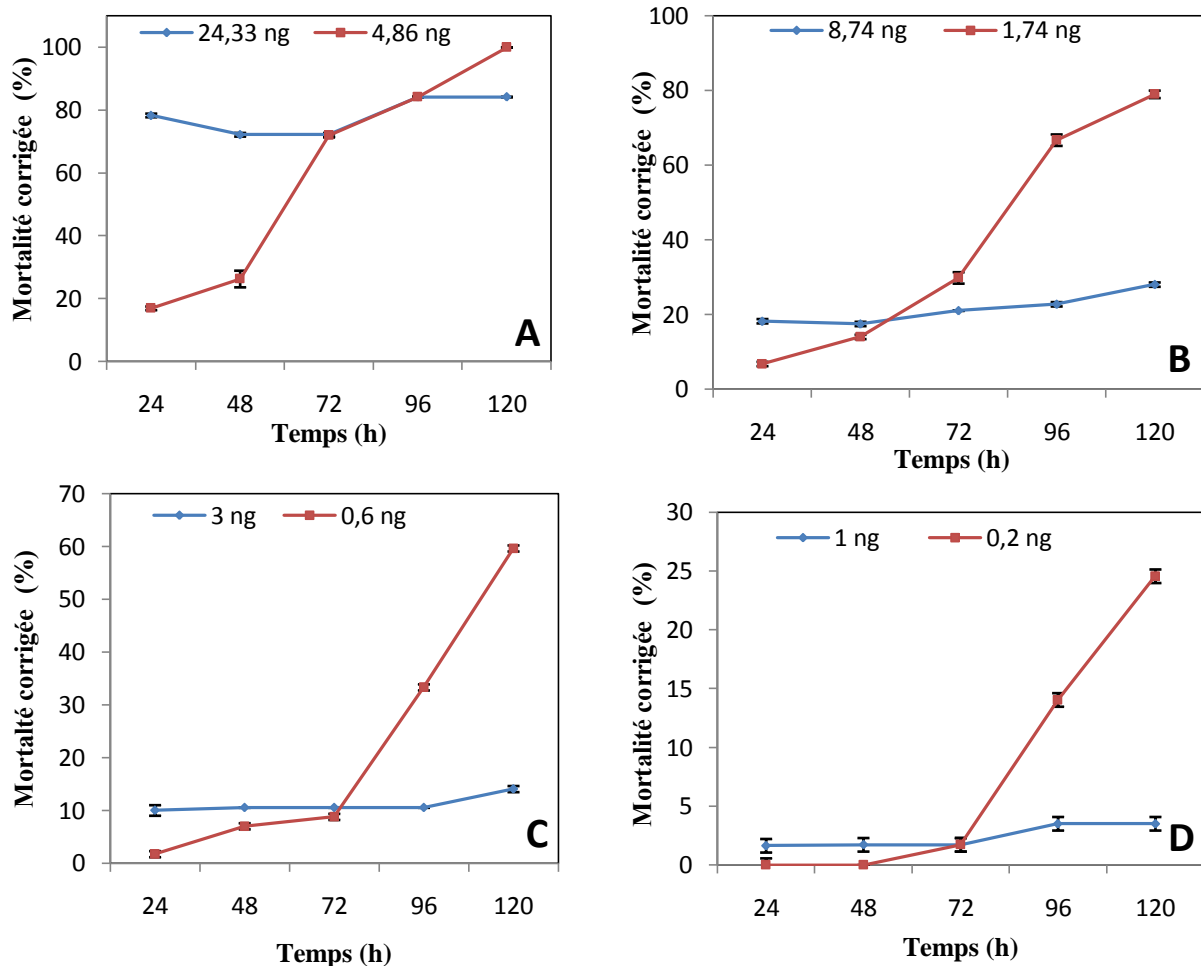
Il en est de même pour *A. mellifera sahariensis*, pour laquelle la DL<sub>80</sub> soit 24,3ng/abeille provoque des taux de mortalité qui varient de 78,4% à 84,2% entre le premier et le cinquième jour. Par contre, la DL<sub>80</sub> divisée sur 5 jours soit 4,86 ng/abeille provoquent des taux de mortalités de 16,9 % et 71,9 % respectivement au bout de 24 et 72 heures. Au bout de 96 heures la dose unique de 24,3 ng/abeille et la dose réitérée de 4,86 ng/abeille enregistrent le même taux de mortalité égal à 84,2 %. Mais après 120 heures, 100 % de mortalité sont atteints pour la dose de 4,86 ng/abeille (Fig. 5A).

Les pourcentages de mortalité remarquables pour la DL<sub>20</sub> soit 8,74 ng/abeille ne dépassent pas 20% au bout de 48 heures alors que ceux-ci pour la dose réitérée de 1,74 ng/abeille apparaissent faibles. Plus tard au bout de 120 heures, les taux de mortalité ne cessent d'augmenter pour atteindre 28 % pour la DL<sub>20</sub> et 78,9 % pour la dose 1,74 ng/abeille (Fig.5B). Les doses uniques sublétales 3ng et 1ng/abeille donnent des taux de mortalités bas. De même, pour les doses réitérées de 0,6ng et de 0,2ng/abeille, les pourcentages de mortalité restent faibles au bout de 72 heures. Au-delà de ce temps, les mortalités interviennent avec des taux de 59,6 % pour la dose de 0,6ng/abeille et de 25,6 % pour la dose de 0,2ng/abeille au bout de 120 heures (Fig. 5C et D).



**Figure 4 - Comparaison entre la cinétique de la mortalité des doses uniques et des doses réitérées pour *Apis mellifera intermissa*.**

- A- Cinétique de mortalité de doses 25,7 ng et 5,14 ng/ abeille.
- B- Cinétique de mortalité de doses 6,22 ng et 1,24 ng/abeille.
- C- Cinétique de mortalité de doses 3 ng et 0,6 ng/ abeille
- D- Cinétique de mortalité de doses 1 ng et 0,2 ng/ abeille.



**Figure 5 - Comparaison entre la cinétique de la mortalité des doses uniques et des doses réitérées pour *Apis mellifera sahariensis***

A- Cinétique de mortalité de doses 24,33 ng et 4,86 ng/ abeille.

B- Cinétique de mortalité de doses 8,74 ng et 1,74 ng/abeille.

C- Cinétique de mortalité de doses 3 ng et 0,6 ng/ abeille

D- Cinétique de mortalité de doses 1 ng et 0,2 ng/ abeille

### 3-Discussion

La méthode standard pour évaluer la toxicité des insecticides qui peuvent potentiellement être en contact avec les abeilles implique le calcul d'une donnée de toxicité aiguë ( $DL_{50}$ ) suite aux lignes directives normalisées comme la directive du Conseil européen 91/414 d'une part et celle fédérale des Insecticides des fongicides et des rodenticides aux États-Unis d'autre part (BLACQUIERE *et al.*, 2012 ; DECOURTYE et DEVILLERS, 2010). Dans ce contexte, les valeurs de la  $DL_{50}$  du thiaméthoxame obtenues pour les deux races d'abeilles sont faibles. En effet, pour *A. m. intermissa*, les moyennes de la  $DL_{50}$  au bout de 24 heures sont égales à 12,3 ng/abeille par voie orale et à 26 ng /abeille par voie topique. Pour *A. m. sahariensis*, les moyennes de la  $DL_{50}$  au bout de 24 heures atteignent 13,3 ng /abeille

par voie orale et à 43,3 ng /abeille par voie topique. Ces valeurs confirment que le thiaméthoxame est plus toxique par ingestion que par application topique (CHAHBAR et al, 2014).

L'étude de la toxicité montre que le Thiaméthoxame est toxique pour les deux races d'abeilles qu'il soit administré en doses uniques (toxicité aiguë) ou en doses fragmentées et échelonnées. Les DL<sub>80</sub> appliquées en une seule fois provoquent au bout de 5 jours des taux de mortalités de 84,2 % pour l'abeille saharienne et de 89,5 % pour l'abeille tellienne. En revanche, les DL<sub>80</sub> fragmentées au cours de 5 jours engendrent des mortalités qui ne cessent d'augmenter pour atteindre 100 % au bout de 120 heures pour les deux races d'abeilles.

Les DL<sub>20</sub> provoquent des pourcentages de mortalités ne dépassant pas 32 % au bout de 5 jours pour les deux races d'abeilles. Ces mêmes doses fragmentées au cours de 5 jours donnent des taux de mortalités doubles. Les mêmes constatations sont notées avec les deux doses sublétales. Les doses répétées ou cumulées augmentent davantage les mortalités par rapport aux doses uniques (toxicité aiguë). Les présents résultats concordent avec ceux obtenus par ALLILI et BOUTRIKA (2010) et avec ceux de CHAHBAR *et al.* (2011).

FIEDLER (1987) suggère que la toxicité d'une substance active est plus élevée si elle est administrée en plusieurs fois que si elle est administrée en une seule fois. Ceci est dû à l'existence d'un seuil minimal nécessaire pour induire les enzymes de détoxification. En effet, au début de l'expérimentation les faibles mortalités induites par le Thiaméthoxame à faibles doses pourraient être dues à l'absence d'induction des enzymes de détoxification. Les faibles doses ne seraient pas suffisantes pour déclencher l'induction des enzymes de détoxification.

Les enzymes induites entraîneraient l'augmentation de la vitesse de métabolisation et de l'excrétion de Thiaméthoxame. Lorsque les faibles doses sont répétées, elles se rapprochent des fortes doses et l'augmentation de la mortalité serait due à l'induction d'enzymes de détoxification qui aboutirait à la formation de métabolites plus toxiques comme la clothianidine. Aussi l'épuisement des abeilles et l'absence d'apport protéique dans leur alimentation constituée uniquement de candi pendant 5 jours peuvent influencer sur leur mortalité.

ILLARIONOV (1991) cité par SUCHAIL (2001) a mis en évidence chez les abeilles, des différences considérables de toxicité pour une même dose d'insecticides organophosphates et de pyréthrinoïdes administrée en traitements uniques (toxicité aiguë) et en traitements multiples (toxicité réitérée). Cette étude montre que la toxicité chez les butineuses est plus élevée dans le cas d'ingestions multiples que dans le cas d'une ingestion unique de la substance active. Avec les organophosphates, les valeurs de la DL<sub>50</sub> sont divisées par 220 et par 570, respectivement pour le Volaton (Phoxime) et l'Actellic (Pirimiphos-méthyl), entre les études de toxicité aiguë et les études de toxicité réitérée.

Les importantes différences de toxicité des insecticides chez les abeilles suivant le mode d'ingestion unique ou répétée sont encore plus marquées avec les pyréthrinoïdes. En effet, les valeurs de la DL<sub>50</sub> sont diminuées d'un facteur 150 pour l'alphaméthrine et jusqu'à un facteur 1500 pour la cyperméthrine entre la toxicité aiguë et subchronique.

EL HASSANI *et al.* (2008) et ALIOUANE *et al.* (2009) notent qu'une exposition subchronique au thiaméthoxam, contrairement à une exposition aiguë, conduit à une diminution de la mémoire olfactive et une perte de la valeur de la performance d'apprentissage. La cyperméthrine (pyréthriinoïde) et le fénitrothion (organophosphate) injectés aux abeilles à des doses sublétales induisent des réponses hypoglycémiques et hypotréhalosémiques ainsi qu'une diminution des activités ATPases et acétylcholinestérases (Bendahou *et al.*, 1999).

#### 4. Conclusion

L'évaluation du risque d'un produit phytopharmaceutique passe initialement par des tests toxicologiques de laboratoire. C'est dans ce contexte, que ce présent travail porte sur l'évaluation la toxicité subchronique du Thiaméthoxame.

La toxicité du Thiaméthoxame, insecticide utilisé couramment en Algérie en protection des végétaux se caractérise par la rapidité d'apparition des symptômes de neurotoxicité observés à la fois chez *Apis mellifera intermissa* et *A. mellifera sahariensis*, la mortalité survenant 15 minutes après l'ingestion des fortes doses.

L'étude de la toxicité subchronique montre que le Thiaméthoxame est toxique pour les deux races d'abeilles qu'il soit administré en doses uniques (toxicité aiguë) ou en doses fragmentées. Des doses fragmentées au cours de 5 jours donnent des taux de mortalités élevés.

Les procédures d'évaluation du risque des produits phytopharmaceutiques ne doivent pas être restreintes aux aspects toxicologiques létaux et sublétaux. Elles doivent être étendues aux aspects physiologiques et notamment biochimiques. Il est indispensable d'acquérir des données sur la toxicité du Thiaméthoxame et de ses métabolites pour les larves et les nourrices. Il est très intéressant aussi d'associer des études de laboratoires avec des études de terrains même si ces dernières sont difficiles à mettre en place et coûteuses.

#### Références bibliographiques

- Abbot W.S., 1925- A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.*, 18 :265-267.
- Aliouane Y., Adessalam K., EL Hassani A.K., Gary V., Armengaud C., Lambin M. and Gauthier M., 2009 - Subchronic exposure of honeybees to sublethal doses of pesticides: effect on behavior. *Environ. Toxicol. Chem.*, 28 : 113 – 122.
- Allili K. et Boutrika A., 2010 - Evaluation de la toxicité réitérée et de la toxicité subchronique du thiaméthoxam insecticide utilisé en protection des végétaux vis-à-vis de l'abeille domestique locale : *Apis mellifera intermissa* et *Apis mellifera sahariensis*. Mémoire Ingénieur Génie Bio., Univ. Boumerdes, 88 p.
- Barnett E. A., Charlton A.J. and Fletcher M.R., 2007- Incidents of bee poisoning with pesticides in the United Kingdom, 1994–2003. *Pest Manag. Sci.*, 63: 1051 –1057.
- Belzunces L. P., Tchamitchian S., and Brunet J.L., 2012 - Neural effects of insecticides in the honeybee. *Apidologie*, 43: 348 – 370.

- Bendahou N., Bounias M. and Fleche C. , 1999 - Toxicity of cypermethrin and fenitrothion on the hemolymph carbohydrates, head acetylcholinesterase, and thoracic muscle Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>-ATPase of emerging honeybees. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 44: 139 - 146.
- Blacquiere T., Smagge G., Van Gestel C. A. M. and Mommaerts V., 2012 - Neonicotinoids in bees: a review on concentrations, side effects and risk assessment. *Ecotoxicology*, 21: 973 – 992
- Breeze T.D., Bailey A.P., Balcombe K.G. and Potts S.G., 2011 - Pollination services in the UK: How important are honeybees? *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 142: 137 – 143
- Chahbar N., Belzunces L.P. et Doumandji S., 2011 – Evaluation de la toxicité réitérée de thiaméthoxame sur l’abeille domestique locale *Apis mellifera sahariensis* et *Apis mellifera intermissa*. *Sém. Internati. Protec. vég., Dép. Zool. agri. for.*, 18-21 Avril 2011., p. 96.
- Chahbar N., Chahbar M. & Doumandji S., 2014, EVALUATION OF ACUTE TOXICITY OF THIAMETHOXAM IN ALGERIAN HONEYBEE *APIS MELLIFERA INTERMISSA* AND *APIS MELLIFERA SAHARIENSIS*. *Intern. J. Zool. Res. (IJZR)*. Vol. 4, Issue 3, Jun 2014, 29-40
- Chauzat M-P., Martel A-C., Blanchard P., Clément M-C., Schurr F., LAIR C., Ribière M., Wallner K., Rosenkranz P. and Faucon., J.P., 2010 - A case report of a honey bee colony poisoning incident in France. *J. Apic. Res.*, 49 (1): 113 -115.
- Decourtye A., and Devillers J., 2010 - Ecotoxicity of neonicotinoid insecticides to bees, pp 85–95 in THANY S.H., *Insect nicotinic acetylcholine receptors*. Ed. Landes biosciences, New York.
- Elhassani A.K., Dacher M., Garry V., Lambin M., Gauthier M. and Armengaud C., 2008 - Effects of sublethal doses of acetamiprid and thiamethoxam on the behavior of the honeybee (*Apis mellifera*). *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 54: 653 – 661.
- Eppo.1992. Guideline on test methods for evaluating the side effects of plant protection products on honeybees. *EPPO Bull.*, 22:203-215.
- Fiedler L., 1987 - Assessment of chronic toxicity of selected insecticides to honeybee. *J. Apic. Res.*, 26: 115 - 122.
- Greig-Smith P.W., Thompson H.M., Herdy A.R., Bew M., Findlay E. and Stevenson J.H., 1994 - Incidents of poisoning of honeybees by agricultural pesticides in Great- Britain 1981 – 1991. *Crop Prot.*, 13: 567 – 581.
- Harz M., Müller F. and Rademacher E., 2010 - Organic acids: Acute toxicity on *Apis mellifera* and recovery in the haemolymph. *J. Apic. Res.* 49 (1): 95 - 96.
- Haubruge E., Nguyen B.K., Widart J., Thome J.P., Fickers P. et Depauw E., 2006 - Le dépérissement de l’abeille domestique, *Apis mellifera* L., 1758 (Hymenoptera : Apidae) : faits et causes probables. *Notes fauniques Gembloux*, 59 (1): 3 - 21.
- Johnson R.M., Ellis M.D., Mullin C.A. and Frazier M., 2010 - Pesticides and honeybee toxicity – USA. *Apidologie*, 41: 312 -331.
- Kevan P.G., 1999 - Pollinators as bioindicators of the state of the environment: species, activity and diversity. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 74: 373 – 393
- Lefebvre M. et Bruneau E., 2003 – Suivi sanitaire d’urgence de ruchers présentant des symptômes de dépérissement. Rapport final. Projet FF 02 /15 (414), Fonds budgétaire des Matières premières, Bruxelles, 16 p.
- Loucif-Ayad W., Bouchema W.F., Chaabane S., Benchaabane M., Aribi N., Chefrour A. and Soltani N., 2009 – Impact of some acaricides used against *Varroa destructor* (Mesostigmata: Varroidea) on the physiology of *Apis mellifera intermissa* (Hymenoptera: Apidae). 41th Congress Apimondia, 15-20 September 2009, Montpellier, p. 164.

- Maienfisch P., Gsell L. and Rindlisbacher A., 1999 - Synthesis and insecticidal activity of CGA 293 343: a novel broad-spectrum insecticide. *Pestic. Sci.*, 55: 351 - 355.
- Marzaro M., Vivan L., Targa<sup>1</sup> A., Mazzon<sup>1</sup> L., Mori<sup>1</sup> N., Greatti M., Petrucco Toffolo E., Di Bernardo A., Giorio C., Marton D., Tapparo A. and Girolami V. , 2011 - Lethal aerial powdering of honey bees with neonicotinoids from fragments of maize seed coat. *Bull. Insectol.*, 64 (1): 119 - 126.
- Medrzycki P., Sgolastra F., Bortolotti L., Bogo G., Tosi S., Padovani E. Porrini C. and Sabatini A.G., 2010 - Influence of brood rearing temperature on honeybee development and susceptibility to poisoning by pesticides. *J. Apic. Res.*, 49 (1): 52 - 59.
- Suchail S., 2001- Etude pharmacocinétique et pharmacodynamique de la létalité induite par l'imidaclopride et ses métabolites chez l'abeille domestique (*Apis mellifera* L.). Thèse Doctorat. Univ. Claude Bernard- Lyon 1, 166 p.
- Vaissiere B., 2002 - Abeilles et pollinisation. *Le courrier de la Nature, Spécial Abeilles*, 196 : 24 – 27.
- Vaissiere B. et Morison N. ,2003 - Hyménoptères pollinisateurs: des abeilles toujours reines, les bourdons parfois rois. *Rev. Hort.*, 425: 17 - 21.
- Williams I.H., 1994 - The dependence of crop production within the European Union on pollination by honeybees. *Agric. Zool. Rev.*, 6: 229 – 257.