

### **-Communication 3-**

**Houndete T. A.**, Ketoh G. K., Glitho I. A., Héma O. S. A. & Martin T. (2009). Évaluation de la résistance aux pesticides de différentes populations de *Bemisia tabaci* Genadius (Homoptera, Aleyrodidae) en Afrique de l'ouest. In: 18<sup>ème</sup> Conférence de l'Association Africaine des Entomologistes. Ouagadougou, Burkina Faso, 16 - 20 Novembre 2009: [www.ueab.ac.ke/AAIS](http://www.ueab.ac.ke/AAIS)

**Titre: Evaluation de la résistance aux pesticides de différentes populations de *Bemisia tabaci* Gennadius (Homoptera: Aleyrodidae) en Afrique de l'Ouest**

**Auteurs:**

Thomas A HOUNDETE<sup>a</sup>, Guillaume K KETOH<sup>b</sup>, Isabelle A GLITHO<sup>b</sup>, Omer S. A. HEMA<sup>c</sup> et Thibaud MARTIN<sup>d\*</sup>

<sup>a</sup> Institut National des Recherches Agricoles du Bénin, 01 BP 884 Cotonou, Bénin. Tél: (+229) 95 81 03 21; Email: houndetet@yahoo.fr

<sup>b</sup> Université de Lomé, Laboratoire d'Entomologie Appliquée, BP 1515 Lomé, Togo. Tél: (+228) 225 50 94; Fax: (+228) 225 87 84/225 24 19; Email: igltho@yahoo.fr / igltho@tg.refer.org/ gketoh@hotmail.com

<sup>c</sup> Institut National de l'Environnement et de la Recherche Agricole, Programme Coton, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso; E-mail: omerhema@yahoo.fr

<sup>d</sup> Centre de Coopération International en Recherche Agronomique pour le Développement, Centre de Recherche Entomologique de Cotonou, Benin

\* Corresponding author: 08 BP 841 Cotonou, Benin, Tel.: +229 21 30 03 54; fax: +229 21 30 88 60; E-mail address: thibaud.martin@cirad.fr

**Résumé**

La mouche blanche *Bemisia tabaci* Gennadius (Homoptera: Aleyrodidae) est un des ravageurs les plus redoutés des cultures maraîchères et cotonnières. Ce ravageur a développé à travers le monde des résistances aux insecticides appartenant à plusieurs familles chimiques. Pour évaluer le statut de la résistance de *B. tabaci* en Afrique de l'Ouest, huit insecticides appartenant à cinq familles chimiques ont été testés au laboratoire. Les bioessais ont été réalisés sur des populations sauvages du ravageur collectées sur cotonnier au Bénin, Togo et Burkina Faso en utilisant la méthode par trempage de feuilles dans des solutions insecticides. En se référant aux valeurs des CL50s de la souche de référence Sud-S, les résultats ont montré que toutes les populations testées sont résistantes aux pyréthriinoïdes (deltaméthrine et bifenthrine) et aux organophosphorés (chlorpyrifos et diméthoate) utilisés depuis plus de vingt ans en Afrique de l'Ouest. Toutefois, les populations de *B. tabaci* du Burkina Faso ont été 5 à 9 fois pour les pyréthriinoïdes et 15 fois pour les organophosphorés plus résistantes que celles du Bénin. Les populations du Togo ont montré un niveau de résistance intermédiaire. Les populations du Burkina Faso sont également résistantes à l'endosulfan et aux néonicotinoïdes (acétamipride et thiaméthoxame) contrairement à celles du Togo et du Bénin. Seul le pymétozine a montré la même efficacité sur toutes les populations. Les populations du Bénin plus sensibles pour la plupart des insecticides testés, leurs CL50s ont été utilisées comme référence pour établir les facteurs de résistance. Ces résultats montrent que la pression de sélection exercée par les traitements chimiques sur les populations de *B. tabaci* serait beaucoup plus forte au Burkina Faso jusqu'à entraîner aussi de résistance aux néonicotinoïdes d'utilisation récente voire jamais encore utilisées. L'implication des résultats pour le contrôle des infestations au champ en particulier sur cotonnier et cultures maraîchères est discutée.

Mots clé : *Bemisia tabaci*, résistance aux insecticides, coton, cultures maraîchères

**1. Introduction**

La mouche blanche *Bemisia tabaci* Gennadius a été considérée comme un ravageur de deuxième importance mais, depuis environ les années 1980, elle est devenue un ravageur majeur à cause de sa pression parasitaire sur les plantes (Abdullahi *et al.*, 2003). A partir de

1998, une infestation croissante des cultures cotonnières et maraîchères par la mouche blanche *Bemisia tabaci* Gennadius est observée en Afrique de l'Ouest (Vaissayre *et al.*, 1999; Otoïdobia *et al.*, 2004). Or, en plus des dégâts directs, ce ravageur est connu mondialement comme responsable de la transmission des virus aux plantes hôtes notamment les geminivirus (Nauen *et al.*, 2002; Otoïdobia *et al.*, 2002; Abdullahi *et al.*, 2003; Delatte *et al.*, 2005). Les stratégies couramment utilisées comprennent entre autres les méthodes de lutte culturales, l'utilisation des variétés résistantes, des agents de lutte biologique et l'utilisation des pesticides de synthèse. Les insecticides restent à l'heure actuelle l'outil de contrôle des populations de ravageurs le plus efficace. Mais pour Moores & Bingham (2005), le plus grand défi pour obtenir du succès avec la lutte chimique dans le secteur agricole, repose sur la prévention de la gestion de la résistance aux pesticides. De manière générale, l'élaboration d'une stratégie de gestion efficace des populations d'insecte, doit d'abord passer par la détermination du niveau de résistance. Parmi les méthodes utilisées pour déterminer le niveau de la résistance chez les insectes, on peut mentionner les tests de toxicité dose-réponse pour évaluer la  $CL_{50}$  et les vials tests.

La gestion des populations de *B. tabaci* à long terme a été une difficulté tant au champ que sous serre. Cette situation est essentiellement due au développement d'une résistance observée au sein des populations exposées aux différentes familles d'insecticides et à l'élimination des ennemis naturels par l'utilisation des insecticides (Abdeldaffie *et al.*, 1987; Dittrich *et al.*, 1990a; Nauen *et al.*, 2002; Otoïdobia *et al.*, 2003; Gnankiné *et al.*, 2004). Au Soudan, Abdeldaffie *et al.*, (1987) et Dittrich *et al.*, (1990a) ont rapporté un niveau élevé de résistance aux organophosphorés et aux pyréthrinoides chez les populations rencontrées dans la culture cotonnière. Au Burkina Faso, Otoïdobia *et al.* (2002) ont signalé la résistance des populations de *B. tabaci* à l'ométhoate, à la cyperméthrine et au méthamidophos. Au Bénin, à notre connaissance, aucune étude n'a été faite sur la sensibilité des populations de *B. tabaci* aux insecticides. C'est dans ce cadre que cette étude a été initiée pour évaluer le niveau de sensibilité de *B. tabaci* aux différentes familles d'insecticides utilisés sur le cotonnier en plein champ au Bénin, au Togo et au Burkina Faso.

## **2. Matériels et méthodes**

### **2.1. Insectes**

Les adultes de *B. tabaci* ont été collectés en 2006 et 2008 sur le cotonnier (*Gossypium hirsutum* L.) au Centre de Recherche Agricole de Coton et Fibres de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) basé à Bohicon, à l'Université de Lomé, Togo et dans des champs commerciaux à Soumouso et à Tiara, Burkina Faso (Fig 1). La souche sensible de référence SUD-S n'a pas été importée pour éviter le risque d'introduction d'un biotype invasif au laboratoire.

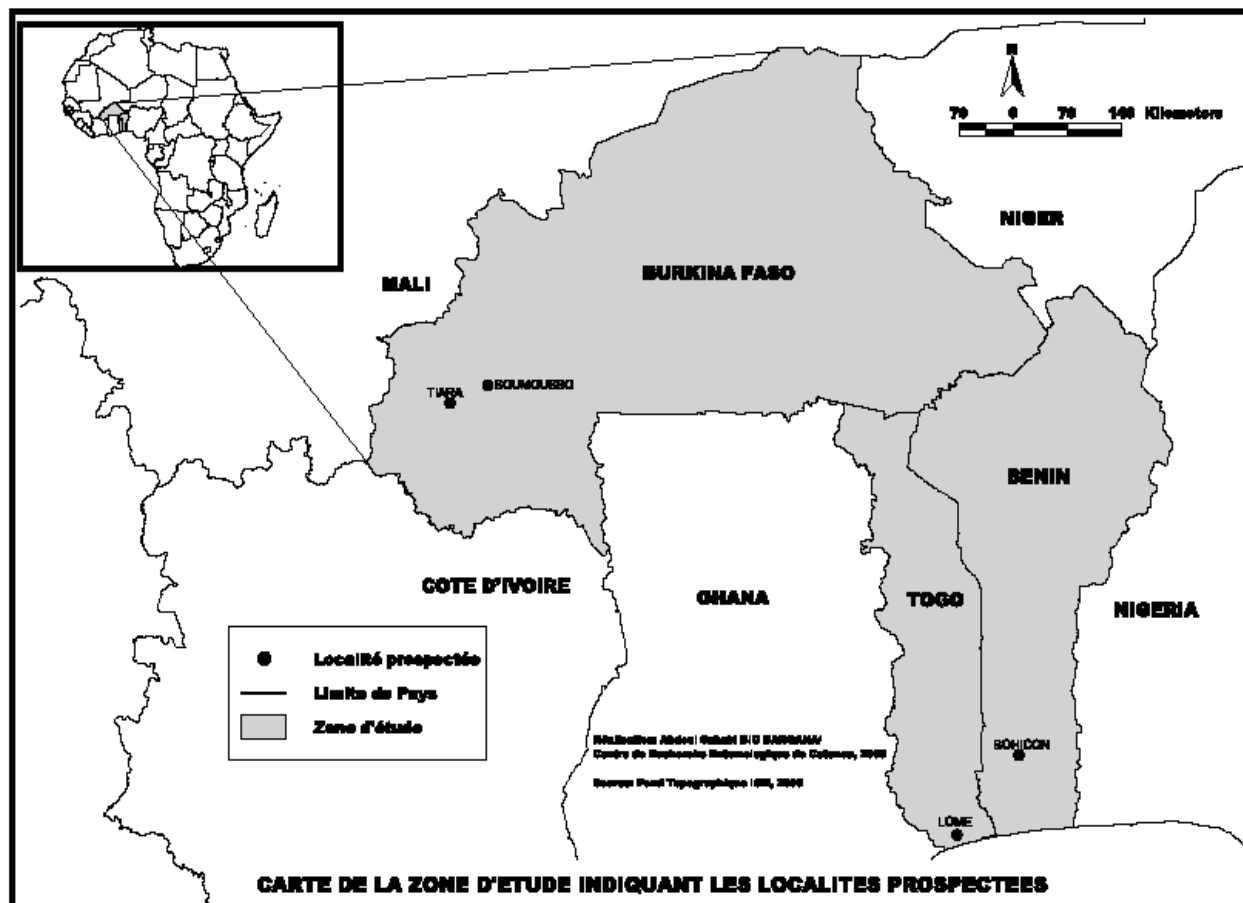


Figure 1: Carte de la zone d'étude indiquant les localités prospectées

## 2.2. Insecticides

Les formulations suivantes d'insecticides ont été utilisées pour les bioessais; certaines sont homologuées et sont déjà en utilisation dans les trois pays alors que d'autres ne le sont pas encore : bifenthrine (Talstar 10 EC), diméthoate (Callidim 400 EC), chlorpyrifos éthyl (Pyrical 480 EC), endosulfan (Rocky 350 EC) et acétamipride (Mospilan 200 SL) sont fournies par Arysta LifeScience (Noguères, France). Deltaméthrine (Decis 25 EC) sont obtenus chez Aventis CropScience (Lyon, France). Thiaméthoxame (Actara 240 SC) et pymétozine (Chess/Plenum 50 WG) sont fournies par Syngenta Crop Protection AG, (Basel, Switzerland). De dilutions successives dans l'eau distillée ont été faites pour chaque insecticide.

## 2.3. Méthode de trempage de feuilles

La méthode de trempage de feuilles a été celle utilisée dans cette étude. Des rondelles de feuilles de cotonnier (55 mm de diamètre) ont été trempées (10s) dans différentes solutions d'insecticide d'après la méthode décrite par Dittrich et Ernest, 1983 et Cahill *et al.*, 1995. La rondelle de feuille ainsi préparée a été séchée sous air conditionné pendant 20 min avant d'être utilisée. Les rondelles de feuilles ainsi traitées ont été disposées la face supérieure contre le gel d'agarose (7 g litre<sup>-1</sup>) coulé au fond d'une petite boîte de Pétri en plastique avec des dimensions appropriées (55 mm de diamètre). Les rondelles témoin ont été trempées dans de l'eau distillée. Chaque vingt (20) à trente (30) adultes de *B. tabaci* avec femelles et mâles en proportion variable ont été prélevés sur des feuilles de cotonnier au champ à l'aide d'un

aspirateur à bouche et introduits dans de petits tubes plastiques. Ils ont été ensuite endormis par cryogénie pendant 1 min 20 s avant d'être déposés sur la rondelle de feuilles traitée. Chaque boîte de Pétri a été fermée avec un couvercle transparent aéré et une toile blanche afin d'éviter l'échappement des insectes. Après que les adultes se sont recouvrés de l'anesthésie, les boîtes ont été rangées avec le couvercle en bas permettant ainsi une position normale d'aliment des mouches blanches. Tous les tests ont été réalisés dans les conditions de  $24,40 \pm 1,15$  °C et  $51,78 \pm 7,7$  % d'Humidité Relative (HR) et la mortalité finale a été enregistrée après 48 h en utilisant une loupe binoculaire munie de lumière blanche. Les adultes qui ont montré quelque signe de mouvement (marche, agitation ou mouvement de pattes ou d'ailes ou d'antennes) sont considérés vivants. Chaque test a été répété 3 fois. Ne disposant pas de souche sensible de référence, nous nous sommes basés sur la bibliographie pour pouvoir classer les populations sensibles ou résistantes aux différents insecticides utilisés. La référence exploitée est basée sur la réponse log dose probit des populations de terrain de la souche sensible de Soudan de *B. tabaci* aux insecticides selon Ahmad *et al.*, 2001b; Kranthi *et al.*, 2002; Horowitz *et al.*, 2004 et Alon *et al.*, 2008.

#### **2.4. Analyse statistique des données**

Toutes les répétitions ont été combinées pour faire l'analyse. Les valeurs de  $CL_{50}$  ont été calculées par la nouvelle méthode d'analyse, Global Optimization by Simulated Annealing (GOSA), disponible sur le site <http://bio-log.biz>. Le facteur de résistance (FR) a été calculé par rapport à la souche la plus sensible des populations testées et à la souche sensible de référence SUD-S avec les données de Ahmad *et al.*, 2001; Kranthi *et al.*, 2002; Horowitz *et al.*, 2004 et Alon *et al.*, 2008.

### **3. Résultats**

#### **3.1. Evaluation de la sensibilité de *B. tabaci* à certains pyréthrinoïdes utilisés sur le cotonnier au Bénin, au Togo et au Burkina Faso**

Les valeurs de  $CL_{50}$  pour la deltaméthrine ont varié de 11,20 mg/l pour les populations de Bohicon au Bénin à 53,04 mg/l pour les populations de Tiara au Burkina Faso. Statistiquement, la  $CL_{50}$  obtenue à Bohicon est comparable à celle obtenue à Lomé au Togo, mais différente de celles obtenues à Soumouso et à Tiara au Burkina Faso. Quant à la bifenthrine, les valeurs de  $CL_{50}$  ont varié de 0,57 mg/l pour les populations de Lomé au Togo à 20,74 mg/l pour les populations de Tiara au Burkina Faso. Statistiquement, la  $CL_{50}$  obtenue à Lomé est différente de celles obtenues à Bohicon au Bénin, à Soumouso et à Tiara au Burkina Faso (Tableau 1). Les mêmes tendances ont été obtenues en considérant la  $CL_{90}$  pour les deux insecticides. Ainsi, la deltaméthrine a été relativement plus efficace au Bénin et au Togo qu'au Burkina Faso, alors que la bifenthrine l'a été plus au Togo qu'au Bénin et au Burkina Faso. En nous référant aux données de la  $CL_{50}$  de la souche sensible SUD-S, on se rend compte que la plus faible valeur de  $CL_{50}$  obtenue au Bénin représente déjà un facteur de résistance de l'ordre de 9 fois par rapport à SUD-S, alors que la valeur de  $CL_{50}$  de la bifenthrine obtenue à Lomé représente un facteur de résistance presque égal à 1, soit une sensibilité comparable à celle du SUD-S. Toutefois, le facteur de résistance dans les autres pays est au moins supérieur à 3 par rapport à SUD-S (Tableau 1).

**Tableau 1: Résultats des tests de sensibilité de *Bemisia tabaci* aux Pyréthrinoïdes et facteurs de résistance des populations du Bénin, du Togo et du Burkina Faso**

Matière active	Population	N	CL <sub>50</sub> , mg/l (95%L.C.)	CL <sub>90</sub> , mg/l (95%L.C.)	Pente ± SE	SUD-S <sup>b</sup> (mg/l)	FR <sub>50</sub>
Deltaméthrine	Bohicon	1422	11,20 (7,38-15,02)c	94,33 (62,35-126,29)	1,38 ± 0,44	1,27	8,82
	Lomé	681	17,47 (10,1-24,84)bc	97,727 (57,97-137,48)	1,71 ± 0,83	1,27	13,76
	Soumousso	1060	34,43 (16,25-52,61)ab	259,3 (163,45-355,15)	1,46 ± 0,65	1,27	27,11
	Tiara	1017	53,04 (33,16-72,92)a	692,22 (470,49-913,94)	1,15 ± 0,31	1,27	41,76
Bifenthrine	Bohicon	1509	2,28 (0,91-3,65)c	70,27 (36,47-104,07)	0,86 ± 0,27	0,66	3,45
	Lomé	725	0,57 (0,29-0,85)d	7,51 (5,86-9,16)	1,15 ± 0,32	0,66	0,86
	Soumousso	1184	6,54 (5,36-7,72)b	12,07 (10,85-13,29)	4,82 ± 2,23	0,66	9,91
	Tiara	986	20,74 (14,19-27,29)a	154,69 (112,45-196,94)	1,47 ± 0,43	0,66	31,42

N= nombre d'individus 95% L.C. = limites de confiance pour une probabilité fixée à 95%  
SE= Erreur Standard FR=Facteur de Résistance = CL<sub>50</sub> de la population observée/CL<sub>50</sub> de la souche sensible de référence SUD-S

Les chiffres entre parenthèses indiquent à gauche, les limites inférieures et à droite, les limites supérieures des CL<sub>50</sub> ou CL<sub>90</sub>

Les valeurs de CL<sub>50</sub> suivies de même lettre ne sont pas significativement différentes entre elles basé sur l'interaction des limites de confiance à 95%.

SUD-S<sup>b</sup> Données de Ahmad *et al.*, 2001

### 3.2. Evaluation de la sensibilité de *Bemisia tabaci* à certains organophosphorés utilisés en culture de coton au Bénin, Togo et Burkina Faso

Les valeurs de CL<sub>50</sub> obtenues pour les organophosphorés testés varient de 1,66 mg/l pour le chlorpyrifos éthyl à Bohicon au Bénin, à 24,19 mg/l à Soumousso au Burkina Faso. Statistiquement, la valeur obtenue à Bohicon est plus faible que celles obtenues dans les autres pays, montrant ainsi, l'efficacité relative du chlorpyrifos éthyl à contrôler les populations de *B. tabaci* au Bénin comparativement au Togo et au Burkina Faso. En nous référant aux valeurs de CL<sub>50</sub> de la souche sensible SUD-S dans la bibliographie, la sensibilité des populations de Bohicon au chlorpyrifos éthyl est comparable à celle de SUD-S. Toutefois, le facteur de résistance dans les autres pays est au moins supérieur à 1 (Tableau 2). Quant au diméthoate, les valeurs de CL<sub>50</sub> varient de 349,89 mg/l à Bohicon, à 5292,19 mg/l à Tiara au Burkina Faso. Statistiquement, la valeur obtenue à Bohicon est similaire à celle obtenue à Lomé mais, différente de celles des deux sites du Burkina Faso. Les valeurs de la CL<sub>50</sub> de SUD-S dans la bibliographie montrent que la plus faible valeur obtenue à Bohicon représente un facteur de résistance de l'ordre de 31 fois (Tableau 2). Les mêmes tendances ont été obtenues en considérant la CL<sub>90</sub>, seulement avec des valeurs plus élevées que celles de CL<sub>50</sub>.

**Tableau 2: Résultats des tests de sensibilité de *Bemisia tabaci* aux organophosphorés et Facteurs de résistance des populations du Bénin, du Togo et du Burkina Faso**

Matière active	Population	N	CL <sub>50</sub> , mg/l (95%L.C.)	CL <sub>90</sub> , mg/l (95%L.C.)	Pente ± SE	SUD-S <sup>c</sup> (mg/l)	FR <sub>50</sub>
Chlorpyriphos	Bohicon	1309	1,66 (0,8-2,52)b	49,51 (34,22-64,8)	0,9 ± 0,2	4,57	1,0
	Lomé	698	19,25 (14,27-24,23)a	67,63 (62,01-73,24)	2,4 ± 0,6	4,57	4,0
	Soumousso	1094	24,19 (14,59-33,79)a	106,11 (70,46-141,76)	1,9 ± 1,0	4,57	5,3
	Tiara	1018	20,08 (14,95-25,21)a	76,57 (60,72-92,42)	2,2 ± 0,8	4,57	4,4
Diméthoate	Bohicon	513	349,89 (193,35-506,43)b	2490,32 (1635,44-3345,2)	1,5 ± 0,6	11,3	31,0
	Lomé	581	541,37 (387,63-695,11)b	1569,27 (827,05-2311,48)	2,8 ± 2,0	11,3	48,0
	Soumousso	1277	2927,11 (2057,09-3797,13)a	14171,39 (11277,42-17065,36)	1,9 ± 0,6	11,3	259,0
	Tiara	1255	5292,19 (3451,8-7132,58)a	74379,78 (41984,41-106775,15)	1,1 ± 0,3	11,3	468,0

N= nombre d'individus 95% L.C. = limites de confiance pour une probabilité fixée à 95%  
SE= Erreur Standard FR=Facteur de Résistance = CL<sub>50</sub> de la population observée/CL<sub>50</sub> de SUD-S

Les chiffres entre parenthèses indiquent à gauche, les limites inférieures et à droite, les limites supérieures des CL<sub>50</sub> ou CL<sub>90</sub>

Les valeurs de CL<sub>50</sub> suivies de même lettre ne sont pas significativement différentes entre elles basé sur l'interaction des limites de confiance à 95%.

SUD-S<sup>c</sup> Données de Alon *et al.*, 2008; Ahmad *et al.*, 2001

### 3.3. Evaluation de la sensibilité de *Bemisia tabaci* à l'endosulfan utilisé en culture de coton au Bénin, Togo et Burkina Faso

Les valeurs de CL<sub>50</sub> obtenues pour l'endosulfan varient de 0,29 mg/l à Bohicon, Bénin à 8,75 mg/l à Tiara au Burkina Faso. Statistiquement, la valeur obtenue à Bohicon est différente des valeurs obtenues dans les autres pays. En nous référant aux valeurs de la CL<sub>50</sub> de la souche sensible SUD-S, la plus faible valeur obtenue à Bohicon représente un facteur de résistance de l'ordre de 0,15 fois. Toutefois, ce facteur de résistance est au moins supérieur à 2 dans les autres pays. Les mêmes tendances ont été observées pour la CL<sub>90</sub> mais, avec des valeurs plus élevées (Tableau 3).

**Tableau 3: Résultats des tests de sensibilité de *Bemisia tabaci* à l'endosulfan et Facteurs de résistance des populations du Bénin, du Togo et du Burkina Faso**

Matière active	Population	N	CL <sub>50</sub> , (95%L.C.)	mg/l CL <sub>90</sub> , mg/l (95%L.C.)	Pente ± SE	SUD-S <sup>d</sup> (mg/l)	FR <sub>50</sub>
Endosulfan	Bohicon	1201	0,29 (0,23-0,35)b	1,53 (1,29-1,77)	1,76 ± 0,39	2,00	0,15
	Lomé	694	4,14 (2,73-5,55)a	10,88 (7,09-14,66)	3,05 ± 2,17	2,00	2,07
	Soumousso	1045	4,59 (2,86-6,32)a	20,108 (13,14-27,08)	1,99 ± 0,98	2,00	2,30
	Tiara	999	8,75 (4,79-12,71)a	114,22 (69,14-159,3)	1,15 ± 0,38	2,00	4,38

N= nombre d'individus 95% L.C. = limites de confiance pour une probabilité fixée à 95%  
SE= Erreur Standard FR=Facteur de Résistance = CL<sub>50</sub> de la population observée/CL<sub>50</sub> de SUD-S

Les chiffres entre parenthèses indiquent à gauche, les limites inférieures et à droite, les limites supérieures des CL<sub>50</sub> ou CL<sub>90</sub>

Les valeurs de CL<sub>50</sub> suivies de même lettre ne sont pas significativement différentes entre elles basé sur l'interaction des limites de confiance à 95%.

SUD-S<sup>d</sup> Données de Kranthi *et al.*, 2002

### 3.4. Evaluation de la sensibilité de *Bemisia tabaci* à certaines néonicotinoïdes utilisés en culture de coton au Bénin, Togo et Burkina Faso

Les valeurs de CL<sub>50</sub> obtenues pour l'acétamipride varient de 3,02 mg/l à Bohicon au Bénin à 23,64 mg/l à Tiara au Burkina Faso. Statistiquement, la valeur obtenue à Bohicon est différente de celles obtenues dans tous les autres pays. La valeur de CL<sub>50</sub> obtenue à Bohicon comparée à celle de la bibliographie pour la souche sensible SUD-S, présente un facteur de résistance de l'ordre de 1,51 fois. Ce facteur de résistance est allé jusqu'à 11,82 fois à Tiara au Burkina Faso.

Quant au thiaméthoxame, les valeurs de CL<sub>50</sub> varient de 1,70 mg/l à Lomé, au Togo, à 11,16 mg/l à Tiara, au Burkina Faso. Statistiquement, la valeur obtenue à Lomé est différentes des valeurs obtenues dans les autres pays. Les mêmes tendances ont été obtenues avec la CL<sub>90</sub> mais, avec des valeurs plus élevées (Tableau 4).



**Tableau 4: Résultats des tests de sensibilité de *Bemisia tabaci* aux néonicotinoïdes et Facteurs de résistance des populations du Bénin, du Togo et du Burkina Faso**

Matière active	Population	N	CL <sub>50</sub> , mg/l (95%L.C.)	CL <sub>90</sub> , mg/l (95%L.C.)	Pente ± SE	SUD-S <sup>e</sup> (mg/l)	FR <sub>50</sub>
Acétamipride	Bohicon	500	3,02 (1,34-4,7)b	126,92 172,51)	(81,33- 0,79 ± 0,19	2,00	1,51
	Lomé	664	4,51 (2,38-6,64)b	12,08 (8,83-15,35)	2,99 ± 2,26	2,00	2,26
	Soumousso	1118	20,11 (9,75-30,47)a	457,93 596,39)	(319,47- 0,94 ± 0,25	2,00	10,06
	Tiara	1158	23,64 (13,21-34,07)a	291,39 370,07)	(212,71- 1,17 ± 0,33	2,00	11,82
Thiaméthoxam e	Bohicon	426	5,82 (3,94-7,7)b	74,06 (56,78-91,34)	1,16 ± 0,25	2,00	2,91
	Lomé	646	1,70 (0,9-2,5)c	10,19 (7,37-13,01)	1,65 ± 0,68	2,00	0,85
	Soumousso	1109	8,64 (4,19-13,09)ab	122,3 (73,69-170,91)	1,11 ± 0,38	2,00	4,32
	Tiara	1184	11,16 (8,05-14,27)a	152,28 188,39)	(116,16- 1,13 ± 0,22	2,00	5,58

N= nombre d'individus 95% L.C. = limites de confiance pour une probabilité fixée à 95%  
SE= Erreur Standard FR=Facteur de Résistance = CL<sub>50</sub> de la population observée/CL<sub>50</sub> de SUD-S

Les chiffres entre parenthèses indiquent à gauche, les limites inférieures et à droite, les limites supérieures des CL<sub>50</sub> ou CL<sub>90</sub>

Les valeurs de CL<sub>50</sub> suivies de même lettre ne sont pas significativement différentes entre elles basé sur l'interaction des limites de confiance à 95%.

SUD-S<sup>e</sup> Données de Horowitz *et al.*, 2004

### 3.5. Evaluation de la sensibilité de *Bemisia tabaci* à une nouvelle famille chimique en culture cotonnière au Bénin, Togo et Burkina Faso

Les valeurs de CL<sub>50</sub> obtenues pour la pymétozine varient de 1,67 mg/l à Lomé, Togo à 30,23 mg/l à Tiara, au Burkina Faso. Statistiquement, la valeur de CL<sub>50</sub> obtenue à Lomé est différente de celles obtenues au Bénin et au Burkina Faso (Tableau 5).

**Tableau 5: Résultats des tests de sensibilité de *Bemisia tabaci* à une nouvelle famille chimique d'insecticide au Bénin, Togo et Burkina Faso**

Matière active	Population	N	CL <sub>50</sub> , mg/l (95%L.C.)	CL <sub>90</sub> , mg/l (95%L.C.)	Pente ± SE
Pymétozine	Bohicon	486	4,79 (3,81-5,77)b	169,58 (148,34-190,82)	0,83 ± 0,08
	Lomé	613	1,67 (1-2,34)c	22,47 (17,45-27,48)	1,14 ± 0,27
	Soumousso	1004	12,26 (-3,31-27,83)abc	3105,43 (1038,2-5172,66)	0,53 ± 0,18
	Tiara	1046	30,23 (15,45-45,01)a	1036,66 (589,17-1484,15)	0,83 ± 0,22

N= nombre d'individus 95% L.C. = limites de confiance pour une probabilité fixée à 95%  
SE= Erreur Standard

Les chiffres entre parenthèses indiquent à gauche, les limites inférieures et à droite, les limites supérieures des CL<sub>50</sub> ou CL<sub>90</sub>

Les valeurs de CL<sub>50</sub> suivies de même lettre ne sont pas significativement différentes entre elles basé sur l'interaction des limites de confiance à 95%.

### **3.6. Evolution de facteur de résistance des populations de *B. tabaci* au Togo et au Burkina Faso par rapport aux populations du Bénin, Togo et Burkina Faso**

Le constat général fait au cours de cette étude de sensibilité est qu'au Bénin, les populations de *B. tabaci* testées aux différents insecticides sont plus sensibles que celles du Togo et du Burkina Faso. Ce constat nous a amené à estimer le facteur de résistance des populations de *B. tabaci* des autres pays par rapport à celles du Bénin. Au vu des résultats obtenus et présentés dans le tableau 6, il ressort que pour la plupart des familles d'insecticides utilisées, les populations de Burkina Faso présentent un niveau de résistance plus élevé que celles du Togo et du Bénin respectivement. Ainsi en considérant le facteur de résistance FR<sub>50</sub>, les valeurs varient de 1,56 au Togo à 4,74 au Burkina Faso pour la deltaméthrine, de même qu'en considérant la bifenthrine, les valeurs varient de 0,25 au Togo à 9,10 au Burkina Faso. Pour les organophosphorés tels que le chlorpyrifos et le diméthoate, les valeurs de FR<sub>50</sub> varient respectivement de 11,60 et de 1,55 au Togo à 14,57 et 15,13 au Burkina Faso. Il en est de même pour l'endosulfan qui varie de 14,28 au Togo à 30,17 au Burkina Faso; pour l'acétamipride qui varie de 1,49 au Togo à 7,83 au Burkina Faso; pour le thiaméthoxame de 0,29 au Togo à 1,92 au Burkina Faso et pour la pymétozine de 0,35 au Togo à 6,31 au Burkina Faso. Les mêmes tendances ont été observées lorsqu'on considère FR<sub>90</sub>.

**Tableau 6: Facteurs de résistance des populations de *Bemisia tabaci* de Togo et du Burkina Faso par rapport aux populations du Bénin, testées aux différentes familles d'insecticides**

Matière active	Populations de <i>B. tabaci</i>	FR <sub>50</sub>	FR <sub>90</sub>
Deltaméthrine	Bohicon	-	-
	Lomé	1,56	1,04
	Soumouso	3,07	2,75
	Tiara	4,74	7,34
Bifenthrine	Bohicon	-	-
	Lomé	0,25	0,11
	Soumouso	2,87	0,17
	Tiara	9,10	2,20
Chlorpyrifos	Bohicon	-	-
	Lomé	11,60	1,37
	Soumouso	14,57	2,14
	Tiara	12,10	74,70
Diméthoate	Bohicon	-	-
	Lomé	1,55	0,63
	Soumouso	8,37	5,69
	Tiara	15,13	1,55
Endosulfan	Bohicon	-	-
	Lomé	14,28	7,12
	Soumouso	15,83	13,15
	Tiara	30,17	29,87
Acétamipride	Bohicon	-	-
	Lomé	1,49	0,10
	Soumouso	6,66	3,61
	Tiara	7,83	24,10
Thiaméthoxame	Bohicon	-	-
	Lomé	0,29	0,14
	Soumouso	1,48	1,65
	Tiara	1,92	14,94
Pymétozine	Bohicon	-	-
	Lomé	0,35	0,13
	Soumouso	2,56	18,31
	Tiara	6,31	6,11

FR<sub>50</sub>= CL<sub>50</sub> de la population observée/CL<sub>50</sub> de la population de Bohicon pour chaque insecticide étudié

FR<sub>90</sub>= CL<sub>90</sub> de la population observée/CL<sub>90</sub> de la population de Bohicon pour chaque insecticide étudié

#### 4. Discussion

Les populations de terrain de *B. tabaci* testées ont été résistantes aux pyréthrinoïdes et aux organophosphorés au Burkina Faso. Mais une perte de sensibilité aux pyréthrinoïdes comme la deltaméthrine (FR=9-42) et aux organophosphorés comme le diméthoate (FR=31-468) a été observée chez ces populations dans les trois pays lorsqu'on les compare à la souche sensible

de référence SUD-S (Ahmad *et al.*, 2001b; Kranthi *et al.*, 2002; Alon *et al.*, 2008). De plus la résistance a été plus élevée à la deltaméthrine qu'à la bifenthrine et au diméthoate qu'au chlorpyrifos. Ceci peut se justifier par le fait que ces insecticides ont été largement utilisés sur le cotonnier depuis plus de 20 ans, permettant aux populations de *B. tabaci* de développer plusieurs mécanismes de résistance plus que les néonicotinoïdes qui sont de nouvelles molécules et d'utilisation récente. En effet, la résistance aux insecticides est principalement basée sur les mutations des protéines cibles diminuant l'affinité aux insecticides et sur l'augmentation de la détoxification par les estérases, cytochrome P450-dépendant monooxygénases ou les glutathione S-transférases (GST) (Magnin *et al.*, 1985). En Inde par exemple, l'utilisation de ces deux classes d'insecticides sur les populations de terrain de *B. tabaci* a montré que ces populations ont développé une résistance vis-à-vis de la cyperméthrine (pyréthrianoïde) et une susceptibilité au chlorpyrifos (organophosphoré) (Kranthi *et al.*, 2002). Des résultats comparables ont été aussi obtenus dans la région d'Andhra Pradesh par Jadhav *et al.* (1999). Singh *et al.* (1999) travaillant dans la région de Punjab au Nord de l'Inde, ont mis en évidence un début de résistance à la cyperméthrine avec des facteurs de résistance (RF) variant entre 11 et 64 fois comparé à la souche sensible de référence SUD-S; ce qui n'a pas été le cas pour deltaméthrine (pyréthrianoïde). Ils ont aussi observé que la sensibilité des insectes a commencé à diminuer vis-à-vis du diméthoate. Gnankiné *et al.* (2002), avaient déjà remarqué la perte de sensibilité de *B. tabaci* à la cyperméthrine au Burkina Faso. Les valeurs de la CL<sub>50</sub> obtenues au Bénin (2,28 mg litre<sup>-1</sup>) et au Togo (0,57 mg litre<sup>-1</sup>) pour la bifenthrine sont comparables à celle obtenue (2,86 mg litre<sup>-1</sup>) par Roditakis *et al.*, (2005) sur la souche GR-IERB d'Ierapetra, la plus grande partie de culture sous serre en Sud-Est de la Crète. Pour Roditakis *et al.*, (2005) cette résistance de *B. tabaci* vis-à-vis de bifenthrine a été considérée comme faible comparée à celle (0,92 mg litre<sup>-1</sup>) de la souche sensible de référence SUD-S dans les mêmes conditions d'étude. En effet, l'utilisation de la bifenthrine par les cotonculteurs en Afrique de l'Ouest est rare à cause de son coût élevé comparativement aux pyréthrianoïdes comme la cyperméthrine et la deltaméthrine initialement destinées pour le contrôle des chenilles. Bifenthrine pourrait être alors utilisée avec prudence dans le programme de gestion de la résistance de *B. tabaci* surtout en cultures maraîchères dans les zones sud.

Pour les organophosphorés, on sait que le diméthoate et l'ométhoate ont été largement utilisés dans les années 80 et 90 contre les piqueurs suceurs comme *B. tabaci* en fin de cycle du cotonnier afin d'éviter le coton collant (Renou et Chenet, 1989). Ainsi, ces résultats obtenus concordent avec la résistance de *B. tabaci* aux insecticides déjà observée par Otoidobiga *et al.*, (2002) à travers la technique de piège jaune à glu au Burkina Faso. Bacci *et al.*, (2007) ont aussi mentionné l'inefficacité des organophosphorés (acephate (orthène), malathion et méthamidophos) et des pyréthrianoïdes (bifenthrine, cyperméthrine et deltaméthrine) à contrôler *B. tabaci* au Brésil en culture cotonnière.

Les populations de *B. tabaci* testées ont été plus sensibles aux insecticides comme le cyclodiène (endosulfan), les néonicotinoïdes (thiaméthoxame et acétamipride) et la nouvelle molécule (pymétrozine) comparés aux insecticides conventionnels. Cette sensibilité pour l'endosulfan se traduit par la plus faible valeur de CL<sub>50</sub> comparée à tous les autres insecticides utilisés de façon générale. L'efficacité de l'endosulfan sur les populations de *B. tabaci* avec la méthode de trempage de feuilles a été rapportée au Burkina par Gnankiné *et al.*, (2002). Toutefois, une perte d'efficacité a été observée d'une année à l'autre selon Gnankiné *et al.*, (2002). D'autres travaux effectués par Martin *et al.* (2000) ont montré que les populations de terrain Nka de *Helicoverpa armigera* (Hübner) collectées à Niakara au Nord de Bouaké et la souche sensible BK 77 présentent la même sensibilité à l'utilisation de l'endosulfan. Ces résultats viennent corroborer les résultats obtenus dans le cadre de notre étude. Si l'efficacité des néonicotinoïdes peut être justifiée par le fait que leur utilisation est assez récente et que

les insectes n'ont pas encore développé une résistance, il est important de déterminer les facteurs qui expliquent la sensibilité vis-à-vis des cyclodiènes qui est aussi d'utilisation récente. En effet, depuis 1999, l'endosulfan est utilisé seulement en début de floraison dans le cotonnier en Afrique de l'Ouest pour gérer la résistance de *H. armigera* aux pyréthrinoïdes qui ne doivent pas être utilisés avant mi août (Martin *et al.*, 2005). La résistance à l'endosulfan observée chez les populations de *B. tabaci* au Burkina Faso et au Togo comparée aux données de la souche sensible de référence SUD-S et celles du Bénin, confirme l'hypothèse selon laquelle la résistance au cyclodiène est présente chez de nombreux biotypes qu'on rencontre dans les cultures. Cette résistance à l'endosulfan chez les populations de *B. tabaci* a été associée à une mutation de gène au niveau du récepteur de l'acide  $\gamma$ -aminobutyrique (GABA) (Anthony *et al.*, 1995). A cause de l'impact négatif que l'endosulfan a sur l'utilisateur et l'environnement, cet insecticide a été retiré de l'utilisation depuis 2008 en Afrique de l'Ouest.

L'efficacité des néonicotinoïdes dans la gestion des populations de ravageurs importants des cultures dont les mouches blanches avait été soulignée par Nauen et Denholm (2005). Les mêmes auteurs ont signalé que cette efficacité est due à leurs excellentes propriétés de contact et activité systémique. Jusqu'en 2002, Gnankiné *et al.* avaient souligné l'efficacité de l'acétamipride par rapport aux insecticides conventionnels utilisés au Burkina Faso. En 2007, Bacci *et al.*, ont aussi mentionné la supériorité de l'efficacité de l'acétamipride sur l'imidaclopride au Brésil lors d'un test de toxicité d'insecticides sur *B. tabaci* à travers la méthode de trempage de feuilles. En Israël, après deux ans d'utilisation sur le cotonnier, aucune résistance à l'imidaclopride n'a été rapportée (Horowitz *et al.*, 1998a). Dans nos conditions actuelles d'études, nous avons observé au Burkina Faso une résistance des populations de *B. tabaci* aux néonicotinoïdes testés. Parmi les néonicotinoïdes utilisés, l'acétamipride a été moins efficace comparé aux autres comme le thiaméthoxame ou la nouvelle molécule pymétrozine qui n'a jamais été utilisée dans la sous région. Ce résultat peut être attribué au fait que l'acétamipride est la molécule la plus utilisée dans la sous région et puis malgré sa forte solubilité dans l'eau (4,25 g/l à 25°C) qui améliore normalement sa diffusion dans les tissus foliaires, une perte de sensibilité s'est établie par les populations de *B. tabaci* jusqu'à développer aussi une résistance croisée au thiaméthoxame et au pymétrozine encore non utilisé. Alors, avec la stratégie de protection du cotonnier au Burkina Faso, qui consiste à faire le dernier traitement à l'acétamipride devient préoccupante, vu la perte de sensibilité remarquée au niveau de cette molécule utilisée contre les aleurodes. D'ailleurs, Gnankiné *et al.* (2007) dans leurs études de dynamique de population de *B. tabaci*, avaient déjà souligné que le calendrier de traitement insecticide mis en place au Burkina Faso basé sur un contrôle des aleurodes en fin de cycle, n'a aucun effet sur les niveaux des populations de *B. tabaci*. Ils ajoutent que ceci peut même avoir un effet favorable sur le développement du ravageur, mettant ainsi en exergue, la baisse d'efficacité de cette molécule.

Il est aussi possible que l'invasion d'un biotype "étranger" déjà résistant soit à l'origine de ces résultats obtenus au Burkina Faso. En effet, les résultats de Gnankiné (2009) ont montré la présence de sous populations du biotype Q au Burkina Faso, originaire du Bassin méditerranéen. Or des études (Nauen *et al.*, 2002; Rauch et Nauen, 2003; Horowitz *et al.*, 2005) ont déjà montré ailleurs que ce biotype était résistant aux néonicotinoïdes et pire encore, il s'adapte mieux dans les zones où la pression de sélection aux insecticides est forte. Le développement de ce biotype dans la région risque de mettre en péril une bonne partie des cultures sahélienne et soudanienne en cas de pullulations; les agriculteurs ne disposant pas d'autres alternatives. Toutefois, d'autres stratégies comme le coton génétiquement modifié Bt peuvent être utilisées pour réduire les effectifs de *B. tabaci* au champ et préserver les ennemis naturels (Vaissayre *et al.*, 2006).

## Remerciements

Cette étude est une partie de la thèse de A T Houndété, financée par le Service de Coopération et d'Action Culturelle (SCAC) de France à Cotonou, Bénin et le projet CORUS 6015. Les auteurs témoignent leur reconnaissance aux personnes suivantes pour leur appui technique : Dr Roch Dabire (IRSS, Bobo-Dioulasso) et Blaise Zagre (INERA, Bobo-Dioulasso) tous du Burkina Faso; Mme Elisabeth Pathinvo (CRA-CF/INRAB, Bohicon) au Bénin. Nous remercions également au Professeur Martin Akogbéto, Directeur du Centre de Recherche Entomologique de Cotonou (CREC) et Coordonnateur Sud du projet CORUS 6015 qui n'a ménagé aucun effort pour faire aboutir ce déplacement à la conférence. Enfin, les remerciements au réalisateur de la carte de la zone d'étude et à tous les fournisseurs des insecticides utilisés dans cette étude.

## Références

- Abdeldaffie E., Elhag E. A. & Bashir N. H. H., 1987. Resistance in the cotton whitefly, *Bemisia tabaci* (Genn.), to insecticide recently introduced into Sudan Gezira. *Trop Pest Manage* 33: 283-286
- Abdullahi I., Winter S., Atiri G. I. & Thottappilly, G., 2003. Molecular characterization of whitefly, *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) populations infesting cassava. *Bull Entomol Res* 93: 97-106
- Ahmad M., Arif M. I., Ahamd Z., Denholm I., 2001. Cotton whitefly (*Bemisia tabaci*) resistance to organophosphate and pyrethroid insecticides in Pakistan. *Pest Manag. Sci.* 58: 203-208
- Bacci L., Crespo L. B. A. & Galvan L. T., 2007. Pereira JGE, Picanço CM, Silva AG and Chediak M, Toxicity of insecticides to the sweetpotato whitefly (Hemiptera: Aleyrodidae) and its natural enemies. *Pest management Science* 63: 699-706.
- Cahill M., Byrne F. J., Denholm I., Devonshire A. I. & Gorman K. J., 1995. Pyrethroid and organophosphate resistance in the tobacco whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae), *Bull Entomol Res* 84: 181-187
- Delatte H., Reynaud B., Granier M., Thornary L., Lett J. M., Goldbach R. & Peterschmitt M., 2005. A new silverleaf-inducing biotype Ms of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) indigenous to the islands of the south-west Indian Ocean. *Bulletin of Entomological Research* 95: 29-35
- Dittrich V. & Ernest G. H., 1983. The resistance pattern in whiteflies of Sudanese cotton. *Mitteilungen Der Deutschen Gesellschaft Fur Allgemeine Und Angewandte Entomol* 4: 96-97
- Dittrich V., Ernest G. H., Ruesch O. & Uk S., 1990. Resistance mechanisms in sweet-potato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) populations from Sudan, Turkey, Guatemala, and Nicaragua. *J Econ Entomol* 83: 1665-1670
- Gnankiné O., Traoré D., Dakouo D., Sanon A. & Ouédraogo P. A., 2002. Évolution de la sensibilité des adultes de *Bemisia tabaci* Gennadius (Homoptera : Aleyrodidae) vis-à-vis de quelques insecticides dans l'Ouest du Burkina Faso. *Science et technique, Sciences naturelles et agronomie* Vol. 26: (1 et 2), Janvier-décembre 2002: 157-170
- Gnankiné O., Traore D., Sanon A. & Ouedraogo A. P., 2004. Impact des traitements insecticides sur les ennemis naturels de *Bemisia tabaci* au Burkina Faso. *Annales de l'Université de Ouagadougou C* (2): 225-242
- Gnankiné O., Traoré D., Sanon A., Traoré N. S. & Ouedraogo A. P., 2007. Traitements insecticides et dynamique des populations de *Bemisia tabaci* Gennadius en culture cotonnière au Burkina Faso. *Cahiers Agricultures* 16 (2) mars-avril 2007: 101-109

- Gnankiné O., 2009. Caractérisation moléculaire de *Bemisia Tabaci* (Homoptera : Aleyrodidae) et de ses Endosymbiotes en Afrique de l'Ouest. Rapport de stage de perfectionnement Post-doctoral. Université Claude Bernard, Lyon 1, France: 67p
- Horowitz A. R., Weintraub P. G. & Ishaaya I., 1998. Status of pesticide resistance in arthropod pest in *Israel Phytoparasitica* 26: 31-240
- Horowitz A. R., Kontsedalov S. & Ishaaya I., 2004. Dynamics of Resistance to the Neonicotinoids Acetamiprid and Thiamethoxam in *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *J. Econ. Entomol.* 97(6): 2051-2056
- Horowitz A. R., Kontsedalov S., Khasdan V. & Ishaaya I., 2005. Biotypes B and Q of *Bemisia tabaci* and Their Relevance to Neonicotinoid and Pyriproxyfen Resistance. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology* 58: 216-225
- Jadhav D. R., Kranthi K. R., Tawar K. B. & Russell D. A., 1999. Insecticide resistance scenario on, cotton pests in India. *Proceedings, ICAC-CCRI Regional Consultation on Insecticide Resistance Management in cotton.* 28 June-1 July 1999. Central Cotton Research Institute, Multan, Pakistan: 103-117
- Kranthi K. R., Jadhav D. R., Kranthi S., Wanjari R. R., Ali S. S. & Russell D. A., 2002. Insecticide resistance in five major insect pests of cotton in India. *Crop protection* 21: 449-460
- Magnin M., Fournier D. & Pasteur N., 1985. Mécanismes physiologiques de la résistance des insectes aux insecticides. Cah. ORSTOM, sér. Ent. Méd. Et Parasitol. XXIII (4): 273-280
- Martin T., Ochou G. O., Hala N. F., Vassal J. M. & Vaissayre M., 2000. Pyrethroid resistance in the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hubner), in West Africa, *Pest Management Science* 56: 549-554
- Moore G. & Bingham G., 2005. Use of 'temporal synergism' to overcome insecticide resistance. *Outlooks on Pest Management- February 2005*: 7-9
- Nauen R. & Denholm I., 2005. Resistance of Insect Pests to Neonicotinoides: Current Status and Future Prospects. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology* 58: 200-215
- Nauen R., Stumpf N. & Elbert A., 2002. Toxicological and mechanistic studies on neonicotinoid cross resistance in Q-type *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). *Pest Manag Sci* 58: 868-874
- Otoïdobiga L. C., Vincent C. & Stewart K. R., 2002. Susceptibility of field populations of adult *Bemisia tabaci* Gennadius (Homoptera: Aleyrodidae) and *Eretmocerus* sp (Hymenoptera: Aphelinidae) to cotton insecticides in Burkina Faso (West Africa). *Pest manag Sci* 59: 97-106
- Otoïdobiga L. C., Vincent C. & Stewart K. R., 2003. Field efficacy and baseline toxicities of Pyriproxifen, Acetamiprid, and Diafenthiuron against *Bemisia tabaci* Gennadius (Homoptera: Aleyrodidae) in Burkina Faso (West Africa). *Journal of Environmental Science and Health, part B-Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes* B38 (6): 757-769
- Otoïdobiga L. C., Vincent C. & Stewart K. R., 2004. Relative abundance of *Bemisia tabaci* Gennadius (Homoptera: Aleyrodidae) and its parasitoids, and the impact of augmentative release of *Eretmocerus* spp. (Hymenoptera: Aphelinidae) on the population dynamics of the pest in Burkina Faso (West Africa). *International Journal of Pest Management*, January-March 50 (1): 11-16
- Rauch N. & Nauen R., 2003. Identification of biochemical markers linked to neonicotinoid cross resistance in *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). *Arch Insect Biochem Physiol* 54: 165-176
- Roditakis E., Roditakis E. N. & Tsagkarakou A., 2005. Insecticide resistance in *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) populations from Crete. *Pest Manag Sci* 61: 577-582
- Singh J., Singh S., Sohi A. S., Brar D. S., Kapoor S. K. & Russell D. A., 1999. Management of resistant pests of cotton in North India an analysis. *Proceedings, ICAC-CCRI Regional Consultation on Insecticide Resistance Management in cotton.* 28 June-1 July 1999. Central Cotton Research Institute, Multan, Pakistan 131-142