

Evaluation des risques liés aux pratiques phytosanitaires des producteurs maraîchers et mise en évidence de la résistance aux pesticides chez l'aleurode *Bemisia tabaci* (Hemiptera : Aleyrodidae) au Burkina Faso, Afrique de l'Ouest

Titre courant : Risques phytosanitaires et résistance aux pesticides au Burkina Faso

ROMBA Rahim, DRABO Fogné Samuel, KABORE Bowende Zoodo Appolinaire, SAWADOGO Salamata, GNANKINE Olivier

Résumé

Pour optimiser le rendement des cultures maraîchères, les producteurs utilisent systématiquement les pesticides. Ils se procurent sur le marché local des pesticides dont ils connaissent très peu la toxicité et le mode d'utilisation. Pour évaluer les risques liés aux pratiques phytosanitaires, une enquête a été réalisée auprès de 120 producteurs maraîchers dans les communes de Ouagadougou et de Loubila au Burkina Faso. Le questionnaire a porté sur les caractéristiques sociodémographiques des producteurs, les types de pesticides utilisés et leurs effets sur la santé et sur l'environnement. Les résultats de l'enquête ont montré que le maraîchage était une pratique féminine à 61,70 %. Vingt-deux (22) types de pesticides dont dix (10) non homologués ont été recensés. Il a été ainsi dénombré dix-sept (17) insecticides, un (01) fongicide, quatre (04) acaricides et un (01) herbicide). Les bioessais réalisés au laboratoire ont montré que la population de référence de *Bemisia tabaci* a été sensible à la deltaméthrine, à l'acétamipride et au chlorpyrifos-éthyl. Par contre, celle collectée au champ a été résistante vis-à-vis de l'acétamipride et de la deltaméthrine, tout en étant sensible au chlorpyrifos-éthyl. Les effets sanitaires de l'utilisation des pesticides sont ressentis par les maraîchers à travers divers symptômes des intoxications. Les conditions d'utilisation et de gestion des emballages constituent des facteurs de risques aggravant pour les producteurs et les consommateurs.

Mots clés : Cultures maraîchères, pesticides, *Bemisia tabaci*, résistance, Burkina Faso

Abstract

Assessing risks as regards phytosanitary practices of vegetable growers and highlighting the resistance to pesticides of the whitefly *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) in Burkina Faso, West Africa

For vegetables protection and pest control, farmers systematically used pesticides. Our study aimed at assessing risks deriving from phytosanitary practices. A structured socio-demographics survey was conducted with 120 farmers' in four (04) vegetables areas located in Ouagadougou and Loubila cities from Burkina Faso. The survey showed that women are dominant in vegetable activity (61.70%). Twenty-two (22) pesticides were found: seventeen (17) insecticides, one (01) fungicide, four (04) acaricides and one (01) herbicide, ten (10) of them are uncertified. Bioassays carried out in the laboratory showed that the reference population of *Bemisia tabaci* was susceptible to acetamiprid, deltamethrin and chlorpyrifos-ethyl). However, those collected in Tanghin (Ouagadougou) exhibited a resistance to acetamiprid and deltamethrin but susceptible to chlorpyrifos-ethyl. Insecticide applications and management of empty may threat human health and environment.

Keywords: Vegetable crops, pesticides, *Bemisia tabaci*, resistance, Burkina Faso

Laboratoire d'Entomologie Fondamentale et Appliquée (LEFA), Unité de Formation et de Recherche en Sciences de la Vie et de la Terre (UFR-SVT), Université Joseph KI-ZERBO, 03 BP 7021 Ouagadougou 03, Ouagadougou, Burkina Faso.

Auteur correspondant : ROMBA Rahim

Université Joseph KI-ZERBO, Laboratoire d'Entomologie Fondamentale et Appliquée (LEFA), Unité de Formation et de Recherche en Sciences de la Vie et de la Terre (UFR-SVT), 03 BP 7021 Ouagadougou 03 - Tel : +226 70 00 06 31 ; Email : rombas2000@yahoo.fr ; rombarahim504@gmail.com

1. Introduction

Le développement durable en Afrique Subsaharienne dépend de la productivité dans le secteur agricole (OCDE/FAO, 2016). L'agriculture constitue un secteur qui contribue fortement à la constitution du Produit Intérieur Brut (PIB) (OCDE/FAO, 2016). Les terres inondables en général, et les périmètres irrigués (y compris les bas-fonds aménagés)

en particulier constituent de nos jours les principaux centres de production agricole notamment le riz et les produits maraîchers en Afrique de l'Ouest (Blein et al., 2009 ; FAO et BAD, 2019).

Au Burkina Faso, le secteur agricole est le moteur du développement économique et social car il occupe environ 86% de la population active (INSD, 2008) et sa contribution au PIB est estimée à environ 40% (AFC, 2015), dont l'apport

maraîcher est de 4,5% (DGPSA, 2008). L'agriculture maraîchère est pratiquée dans les zones péri-urbaines et s'intensifie avec les politiques nationales mises en œuvre dans le cadre de la sécurité alimentaire et de la lutte contre la pauvreté (CSLP, 2004). Ces politiques ont permis la construction de plusieurs micro-barrages et l'aménagement de parcelles agricoles à travers tout le pays afin de favoriser la pratique d'une agriculture en saison sèche. Ainsi autour de ces barrages, l'agriculture maraîchère occupe les producteurs durant les mois d'octobre à mai et constitue une source importante de revenus financiers (DPSAA, 2011). En 2011, la production maraîchère a été estimée à 82 milliards FCFA pour un total de 750 000 tonnes sur près de vingt-deux (22) spéculations produites (DPSAA, 2011).

Afin de protéger leurs cultures des mauvaises herbes, des maladies et des attaques des ravageurs de cultures, les producteurs utilisent systématiquement les pesticides pour optimiser les rendements des cultures de rente et maraîchères. Ces attaques peuvent engendrer dans certains cas des pertes énormes en production s'élevant à plus de 30% (Toé et al., 2013).

En Afrique de l'Ouest, notamment au Bénin, au Sénégal, en Côte d'Ivoire, ainsi qu'au Burkina Faso (Cissé et al., 2003 ; Traoré et al., 2006 ; Ahouangninou et al., 2011 ; Toé et al., 2013), des études ont montré l'importance des pesticides chimiques dans le contrôle des ravageurs des cultures maraîchères. Mais l'utilisation de ces pesticides, nonobstant leur utilité, dans la lutte contre les ravageurs, n'est pas sans conséquences sur la santé des agriculteurs et des consommateurs, ainsi que sur l'environnement (Toé et al., 2004 ; 2013).

Sur le plan environnemental, les conséquences concernent notamment la qualité de l'eau, du sol et de l'air car les résidus de pesticides peuvent se retrouver dans tous les compartiments de l'environnement ou dans les aliments (Saliou et al., 2012 ; Pazou et al., 2013, Akoto et al., 2016). En Côte d'Ivoire, une contamination de l'eau souterraine par les pesticides appartenant aux familles des organophosphorés et des organochlorés a été mise en évidence dans les régions agricoles (Traoré et al., 2006).

Une mauvaise utilisation et une exposition aux pesticides peuvent avoir des effets néfastes sur la santé des producteurs, occasionnant des problèmes d'intoxication, des troubles de reproduction, des problèmes génotoxiques, immunotoxiques, dermatologiques, neurotoxiques et cancérigènes (Toé et al., 2004 ; Sanborn et al., 2004 ; Toé et al., 2013 ; Thakur et al., 2014 ; Nicolopoulou-Stamati et al., 2016). De plus les agriculteurs, principalement en raison de leur faible niveau d'instruction, ne respectent pas les bonnes pratiques agricoles (Toé et al., 2000 ; 2002 ; 2013). Cela se traduit par un non-respect des doses de produit et du calendrier de traitement, un emploi de produits à des périodes déconseillées, un mélange non recommandé de produits, un non-respect des attitudes hygiéniques conseillées lors des traitements, une mauvaise élimination des restes de produits et des emballages vides. Cette situation dénote de la gestion non sécurisante des pesticides avec comme corollaire des

risques importants pour les utilisateurs et les consommateurs (Toé et al., 2000 ; 2002 ; 2013). Ces pratiques ont aussi conduit à l'apparition de la résistance au sein des populations de ravageurs (Gnankiné et al., 2013a, Drabo et al., 2019) et une pression de sélection sur les stades larvaires aquatiques de vecteurs de maladies et ainsi sélectionner des vecteurs résistants aux insecticides (Corbel et al., 2007). C'est le cas pour l'aleurode des champs, *Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera : Aleyrodidae), un des nuisibles des plantes cultivées et ornementales qui cause d'énormes dégâts (Jones, 2003 ; De Barro et al., 2011). C'est un ravageur d'importance mondiale en raison de sa distribution géographique, sa capacité à se développer sur de nombreuses plantes-hôtes (Perring, 2001 ; EFSA, 2013). Cet aleurode se caractérise par son extrême polyphagie, son haut potentiel de transmission de phytovirus, son cortège de bactéries symbiotiques hébergées, sa capacité à développer des résistances aux insecticides et sa capacité invasive (EFSA, 2013) qui rend difficile la lutte contre ce nuisible. En effet, *B. tabaci* est résistant aux insecticides de synthèse (Gnankiné et al., 2013b). Les insecticides couramment utilisés pour la protection des cultures contre ce ravageur appartiennent aux familles des organophosphorés, pyréthrinoïdes, carbamates et néonicotinoïdes (Gnankiné et al., 2018). De nombreuses études réalisées au Burkina Faso et ailleurs ont associé les niveaux élevés de résistance aux insecticides tels que les pyréthrinoïdes, les organophosphorés aux allèles résistants *kdr* et *Ace 1* respectivement (Roditakis et al., 2006 ; Tsagkarakou et al., 2009 ; Mouton et al., 2014 ; Gnankiné et al., 2013a ,2018).

En général, en Afrique de l'Ouest et particulièrement au Burkina Faso, les petits maraîchers ne suivent pas les recommandations liées à une bonne utilisation des pesticides avec le matériel adéquat. D'où la nécessité d'informer les producteurs sur l'importance de l'observation des bonnes pratiques d'utilisation des pesticides dans les systèmes agricoles.

Le but de la présente étude est dans un premier temps d'évaluer les risques sanitaires liés à l'utilisation des pesticides par les petits maraîchers dans les communes de Ouagadougou et de Loumbila et dans un second temps d'évaluer la sensibilité de *B. tabaci* vis-à-vis des formulations insecticides couramment utilisés sur les sites maraîchers de ces communes.

2. Méthodologie

2.1. Sites d'étude

La présente étude a été menée au Burkina Faso, pays situé dans la partie ouest du continent africain (Figure 1). Le climat est tropical avec deux saisons : une saison sèche (d'octobre à avril) et une saison pluvieuse (de mai à septembre). L'étude a été conduite pendant la saison sèche de l'année 2019, période préférentielle de production des légumes. Elle a été menée sur quatre sites maraîchers localisés dans la commune de Ouagadougou (Tanghin, Boulmiougou et Boulbi) et dans la commune de Loumbila. Tous les sites sont situés dans la zone soudano-sahélienne avec une pluviométrie comprise

entre 600 mm et 750 mm et des températures moyennes de 28 °C en saison pluvieuse et 33 °C en saison sèche. Ce sont des zones marécageuses constituant un atout majeur pour la production maraîchère au Burkina. Le choix de ces zones est lié à leur situation géographique et la plupart des populations se ravitaillent directement chez ces producteurs. Les bio-essais ont été réalisés au Laboratoire d'Entomologie Fondamentale et Appliquée (LEFA) de l'Université Joseph KI-ZERBO. La figure 1 situe les sites maraîchers.

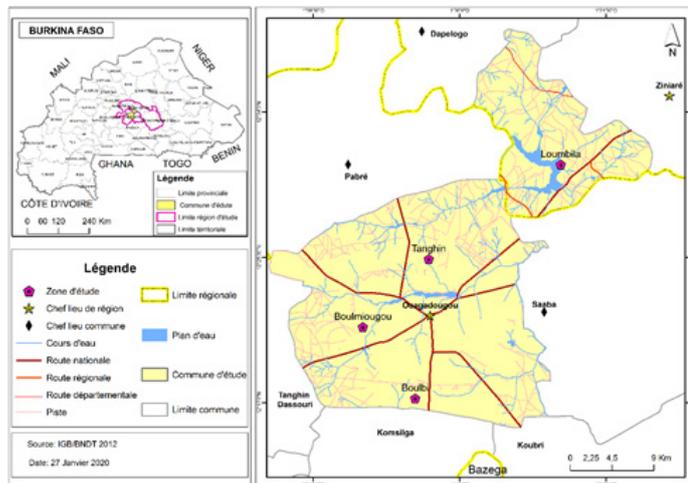


Figure 1: Localisation des sites maraîchers

2.2. Enquêtes

Des enquêtes ont été menées auprès de 120 maraîchers âgés de 15 à 65 ans, propriétaires ou locataires, exploitant la parcelle durant au moins 6 mois et choisis au hasard. Les enquêtes se sont déroulées de mars à avril 2019. Un questionnaire se rapportant aux données sociodémographiques, aux cultures pratiquées, aux ennemis des cultures, aux pesticides utilisés, à leur mode d'utilisation et à la gestion des emballages vides a été rempli avec les enquêtés. Après avoir pris des informations sur la situation sociale des producteurs, il leur a été demandé de citer les spéculations qu'ils cultivent, les ennemis qui attaquent les cultures, les méthodes de lutte adoptées contre ces ennemis de culture, de nommer les pesticides qu'ils utilisent et de montrer le flacon ou le sachet les contenant afin d'enregistrer les informations inscrites. Il leur a été également demandé où stockent-ils les emballages vides ?

2.3. Identification des biotypes de *B. tabaci*

Au total, 30 individus adultes de *B. tabaci* ont été identifiés par Romba et al. (2018) grâce à la technique de PCR-RFLP décrite par Henri et al. (2013). Brièvement, après l'extraction de l'ADN de chaque individu, on a procédé à une amplification du gène mitochondrial qui code pour la cytochrome oxydase 1 (CO1). Les amorces C1-J-2195 et L2-N-3014 ont été utilisées. Les produits PCR ont été digérés avec les enzymes XapI et BfmI (10 UI) à 37 °C pendant 3 h, séparés par électrophorèse sur un gel d'agarose à 1,5% à 100 V pendant 1 heure et visualisés par coloration au bromure d'éthidium.

2.4. Bio-essais

Les insecticides de synthèse retenus pour les bio-essais sont les plus couramment utilisés par les producteurs enquêtés. Ce sont le PYRICAL™ 480 EC®, le DELTACAL™ 12,5 EC® et le TITAN 25 EC®. Des tests ont été effectués sur deux populations de *B. tabaci*. Il s'agit de la population provenant du périmètre maraîcher de Tanghin collectée sur des plants de tomate et de celle provenant de l'élevage au Laboratoire d'Entomologie Fondamentale et Appliquée de l'Université Joseph KI-ZERBO sur des plants de *Lantana camara* comme population de référence. Les tests ont été réalisés à l'aide de la méthode de trempage des feuilles (Cahill et al., 1995 ; Horowitz et al., 2005). Brièvement, des disques foliaires de chaque plante ont été trempés dans différentes concentrations d'insecticides chimiques (05 mg/l à 500 mg/l) pendant 10 s, puis séchés à l'air pendant 30 min (le témoin est constitué de feuilles trempées dans de l'eau distillée) puis individuellement placés sur un gel d'agar (1%) dans une boîte de Pétri de 45 mm de diamètre. Chaque boîte de Pétri, contenant 30 adultes de *B. tabaci* non sexés, a été recouverte d'un couvercle ventilé transparent et maintenue à l'envers dans une pièce climatique à 25 °C, 60 ± 5% d'humidité relative (HR) et une photopériode de 12 L : 12 D. Un insecte est reconnu vivant lorsque des signes de mouvement ont été observés. La mortalité a été évaluée 24 heures plus tard. Trois répétitions ont été effectuées pour chaque concentration de chaque produit et également pour le contrôle.

2.5. Analyse des données

Les données d'enquêtes ont été traitées et analysées avec le logiciel Sphinx Millenium 2013, ce qui a permis de générer les statistiques descriptives. Quant aux essais biologiques, tous les réplicas ont été utilisés pour analyse. Le logiciel XLSTAT 2015.1.01 a permis de générer les concentrations létales (CL₅₀), les valeurs de pente et les limites de confiance respectives de 95%. Une population a été considérée comme étant plus (ou moins) résistante qu'une autre lorsque les limites de confiance à 95% de la CL₅₀ ne se recoupent pas. La mortalité chez le témoin était toujours <10%.

3. Résultats

3.1. Les caractéristiques socio-démographiques des maraîchers

Les résultats des enquêtes montrent que dans les localités couvertes par l'étude, il y a plus de femmes (61,70 %) que d'hommes (38,30 %) qui pratiquent le maraîchage. L'âge des producteurs varie de 15 à plus de 50 ans avec 45,80% qui ont un âge compris entre 31 à 40 ans. La population enquêtée dans sa majorité a un niveau d'instruction bas, 50,80% des maraîchers sont analphabètes et seul 4,20% a atteint le niveau secondaire (Tableau I). Les superficies des parcelles cultivées varient entre moins ¼ hectare et ½ hectare, 67,70% des maraîchers exploitent des parcelles dont la superficie est inférieure à ¼ hectare (Tableau I).

Tableau I : Caractéristiques socio-démographiques des producteurs sur les quatre (4) sites maraîchers (n = 120)

Variabes	Classes	Pourcentage (%)
Sexe	Homme	38,30
	Femme	61,70
Âge (ans)	15-20	0,83
	21-30	18,30
	31-40	45,80
	41-50	23,30
	> 50	3,33
Niveau d'étude	Non Scolarisé	50,80
	Primaire	44,20
	Secondaire	4,20
	Supérieur	0,83
Superficie cultivée	< 1/4 ha	69,17
	1/4-1/2 ha	30,83

3.2. Spéculations produites et ravageurs rencontrés sur les sites maraîchers

Dans l'ensemble des sites, les résultats des enquêtes ont montré que l'amarante (*Amaranthus hybridus*), la laitue (*Lactuca sativa*), le boulvanka (*Corchorus tridens*), l'oseille (*Hibiscus sabdariffa*), le gombo (*Hibiscus esculentus*) et la tomate (*Solanum lycopersicum*) ont été les spéculations les plus fréquentes durant la saison sèche. Le chou (*Brassica oleracea*), la carotte (*Daucus carota subsp. Sativus*), le persil (*Petroselinum crispum*), le kiennebd (*Cleome gynandra* L.) et la fraise (*Fragaria ananassa*) ont été aussi des espèces très produites. Les attaques de ravageurs constituent un facteur limitant pour la production. Cinq (5) ravageurs ont été signalés par les producteurs comme ravageurs de leurs cultures : il s'agit principalement des aleurodes (*B. tabaci*), des chenilles (*Helicoverpa armigera*), des pucerons, des cochenilles et des acariens (araignée rouge).

3.3. Pratiques de lutte contre les ravageurs et les maladies

Tous les producteurs interrogés ont opté pour la lutte chimique à travers l'utilisation des pesticides de synthèse. Environ 42,50% d'entre eux ont utilisé des acaricides et 2,5% des fongicides (Tableau II). Parmi la gamme des produits recensés, dix-sept (17) ont une activité insecticide, quatre (04) ont une activité acaricide, un (01), une activité fongicide et un (01) avait une activité herbicide. Les formulations insecticides cités avaient diverses formes, telles que des concentrés émulsifiables (EC), des poudres mouillables (WP) et des granulés (GR) (Tableau II). L'insecticide le plus cité par les producteurs est le TITAN 25 EC® avec une fréquence de citation de l'ordre de 32,37%. Le Duel CP 186 EC a été l'acaricide le plus utilisé par 25,30% des maraîchers. Quant au fongicide (Manga plus) et l'herbicide (Gramopat super), la fréquence de citation a été respectivement de 4,4% et 6,25%. Parmi les produits recensés, dix (10) des produits étaient non homologués par le Comité Sahélien des Pesticides (CSP) (Tableau II).

Tableau II : Pesticides utilisés par les producteurs

Type de pesticide	Nom commercial	Nombre de fois cité (%)	Matières actives	Concentration	Famille chimique	Formulation	Classe OMS*	Domaine d'utilisation	
Insecticides	EMACOT 050WG	18,81	Emamectine benzoate	19g/l	Avermectine	Granulé	II	Produits maraîchers	
	PACHA 25EC	17,61	Lambda-Cyhalothrine Acétamipride	15g/l 10g/l	Pyréthrinolide Néonicotinoïde	Liquide	II	Coton	
	INDOXAN	15,04	Indoxacarb	50g/l	Oxadiazines	Liquide	III	Coton	
	DELTA CAL™	22,87	Delaméthrine	12,5 g/L	Pyréthrinolide	Liquide	II	Produits maraîchers	
	SAVAHALER	16,55	Methonyl	250g/kg	Carbamates	Liquide	II	Produits maraîchers	
	EMIR FORT 104 EC	9,05	Cyperméthrine Acétamipride	72g/l 32g/l	Pyréthrinolide Néonicotinoïde	Liquide	II	Coton	
	PROTECT 1,9 EC	6,25	Emamectine benzoate	19,2g/L	Avermectine	Liquide	III	Produits maraîchers	
	IBIS A52 EC	20,98	Alpha-Cyperméthrine Acétamipride	23g/l 16g/l	Pyréthrinolide Néonicotinoïde	Liquide	nh	Coton	
	COXYTRINE	6,25	Paraquat chlorure	276g	Pyridines	Liquide	nh	Coton	
	KAPASS 80 EC	2,5	Emamectine benzoate	15 g/l	Avermectine	Liquide	nh	Coton	
	TITAN	32,37	Abamectine	20 g/l	Avermectine	Liquide	nh	Coton	
	PYRICAL™ 480 EC®	2,5	Acétamipride	40 g/l	Néonicotinoïde	Liquide	III	Produits maraîchers	
				Chlorpyrifos-Ethyl	25 g/L	Néonicotinoïdes	Liquide	III	Produits maraîchers
					480g/L	Organophosphorés	Liquide	II	Produits maraîchers

3.4. Types et fréquences de traitement par les maraîchers

Tous les maraîchers enquêtés effectuent systématiquement des traitements à base de pesticides de synthèse suivant un calendrier qui leur est propre. Ainsi, la majorité d'entre eux (56,66%) réalisent deux traitements/semaine et seulement 2,5% d'entre eux faisaient des traitements 4 fois par semaine (Figure 2).

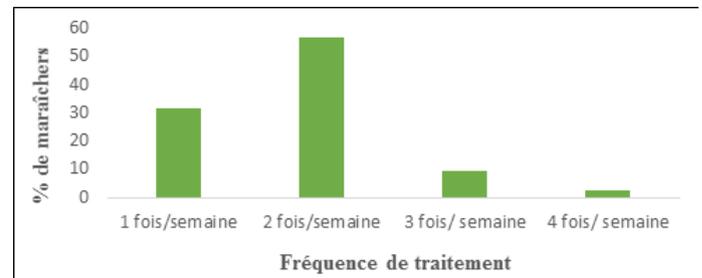


Figure 2 : Fréquence de traitement des pesticides par les maraîchers

3.5. Délai de sécurité

C'est la durée qui sépare le dernier jour de traitement et le jour de récolte. Tous les maraîchers interrogés savent qu'il est indispensable de respecter un délai entre la dernière application des pesticides et la récolte. Malgré cela, le délai d'avant récolte n'est pas respecté par certains d'entre eux qui apprécient ce délai selon qu'un acheteur se présente. Comme le montre cette enquête, 38,33% des maraîchers ont observé un délai de sécurité d'un jour, 20,83% d'entre eux ont observé un délai de 7 jours, 21,66% ont observé 14 jours et 0,83% des maraîchers ont observé un délai de sécurité de 6 jours (Figure 3).

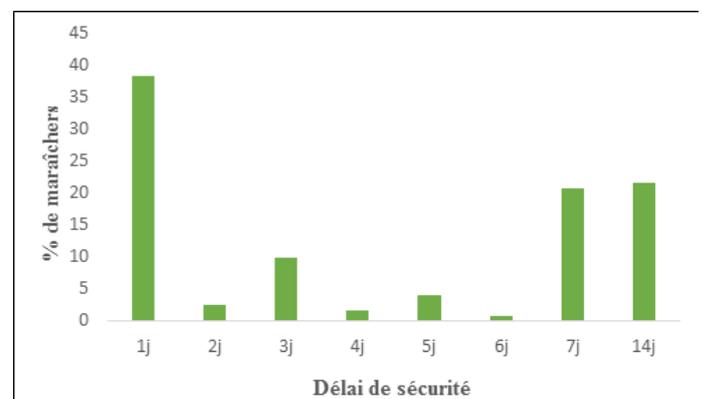


Figure 3 : Délai de sécurité (délai entre le jour de la dernière application de pesticides et le jour de la récolte)

3.6. Sensation de malaises liés à l'application des pesticides

La plupart des producteurs ont reconnu avoir senti des malaises après application des insecticides de synthèses. Ainsi, 42% ont rapporté avoir eu des irritations de la peau après l'application des pesticides, 15% ont signalé des vertiges, des céphalées, le rhume, des vomissements, des nausées respectivement avec les fréquences suivantes : 22%, 10,41%, 2,33% et 1,52% (Figure 4). Après les opérations de traitement, seul 7% des producteurs ont déclaré n'avoir ressenti aucun malaise.

Type de pesticide	Nom commercial	Nombre de fois cité (%)	Matières actives	Concentration	Famille chimique	Formulation	Classe OMS*	Domaine d'utilisation
Insecticides	ATTAKAN C344SE	11,71	Emamectine Cyperméthrine	200g/l 144 g/l	Avermectine Pyréthrinolide	Poudre	II	Coton
	ERA FTE 324 EC	16,66	Profenofos Deltaméthrine	300 g/l 24 g/l	Organophosphorés Pyréthrinolide	Liquide	nh	Coton
	PLANTSAIN	5	Extrait de Tricodern Fer, Mg0 et Zinc	5l/ha		Liquide	nh	Produits maraichers
	BELLA FTE 424EC	11,43	Deltaméthrine Chlorpyrifos-Ethyl	24g/l 600g/l	Pyréthrinolide Organophosphorés	Liquide	nh	Coton
	LAMBDA POWER	18,86	Lambda-Cyhalothrine	25g/l	Pyréthrinolide	Liquide	nh	Produits maraichers
Acaricides	DUEL CP186 EC	25,3	Cyperméthrine Chlorpyrifos Ethyl	36g/l 150g/l	Pyréthrinolide Organophosphorés	Liquide	II	Coton
	COXYTRINE	6,25	Paraquat chlorure	276g	Pyridines	Liquide	nh	Coton
	CAPT 96 EC	22,71	Acetamipride Cyperméthrine	24g/l 72g/l	Néonicotinoïde Pyréthrinolide	Liquide	nh	Coton
	EMABA	9,52	Emamectine benzoate Abamectine	20g/l 20g/l	Avermectine Avermectine	Liquide	II	Coton
Fongicides	MANGA PLUS	4,4	Mancozèbe	800g/kg	Carbamates	Poudre	III	Produits maraichers
Herbicides	GRAMOPAT SUPER	6,25	Paraquat chlorure Paraquat	276g 200g/L	Pyridines Pyridines	Liquide	nh	Coton

*Classe II : modérément dangereux ; Classe III : peu dangereux ; nH : non homologué

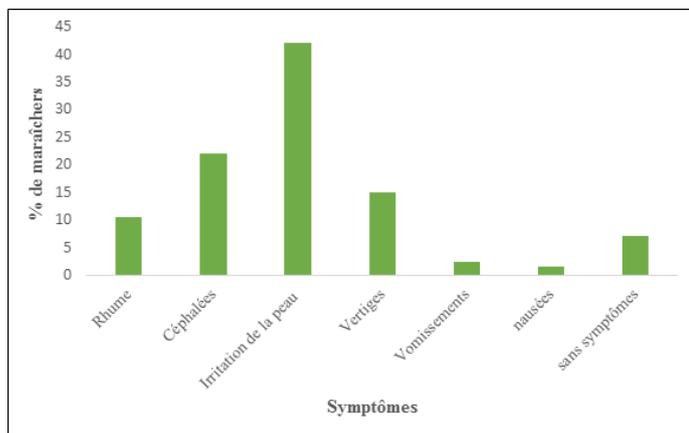


Figure 4 : Répartition des enquêtés selon les malaises liés à l'application des pesticides

3.7. Mode de gestion des emballages vides des pesticides

Les enquêtes ont montré qu'après usage des pesticides, 70,83% des maraîchers jettent les emballages des pesticides dans la nature, 18,33% les incinèrent, 3,33% les jettent dans les décharges et 0,83% des maraîchers les enfouissent dans le sol (Figure 5). Cette forme de recyclage des emballages des pesticides est due au fait que les maraîchers sont très peu informés des risques écologiques encourus par cette mauvaise gestion des emballages.

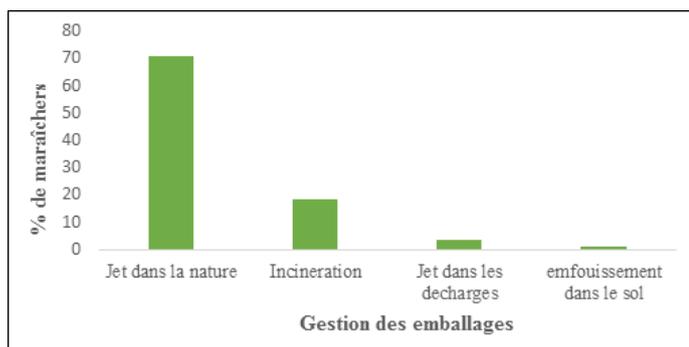


Figure 5 : Pratique de gestion des emballages vides par les maraîchers

3.8. Sensibilité des adultes de *B. tabaci* aux formulations insecticides

Des analyses moléculaires ont montré que la population de référence appartient au biotype MED-Q3 et celle provenant du site maraîcher de Tanghin au biotype MED-Q1. Les valeurs des CL₅₀ et CL₉₀ obtenues à partir des bio-essais réalisés sur les populations de *B. tabaci* montrent une variabilité selon les insecticides de synthèse testés (Tableau III). La population de référence présente les plus faibles valeurs de CL₅₀ comparativement à celles collectées au champ (Tableau III). La deltaméthrine, l'acétamipride et le chlorpyriphos-éthyl présentent respectivement des valeurs de CL₅₀ de l'ordre de 22,5 mg/l, de 28,7 mg/l et de 6,8 mg/l lorsque la population de référence a été testée. Par contre, avec celle prélevée au champ, des valeurs de 47,6 mg/l, 135,1 mg/l et 19,5 mg/l ont été obtenues lorsque la deltaméthrine, l'acétamipride et le chlorpyriphos-éthyl ont été testés. Le chlorpyriphos-éthyl est le plus efficace sur les deux populations issues des deux milieux et l'acétamipride

est relativement moins efficace. En s'intéressant à la CL₉₀, les populations de référence présentent les plus faibles valeurs lorsqu'elles sont traitées avec la deltaméthrine (223,05 mg/l), l'acétamipride (238,02 mg/l) et le chlorpyriphos-éthyl (40,7 mg/l) comparativement à celles collectées au champ, 598 mg/l (deltaméthrine), 1241 mg/l (acétamipride) et 314,3 mg/l (chlorpyriphos-éthyl).

Tableau III : Sensibilité des adultes de *B. tabaci* aux formulations insecticides

Matière active	Population testée	N ^a	Pente	CL ₅₀ (mg/l) (95% LC)	CL ₉₀ (mg/l) (95% LC)
Deltaméthrine	Tanghin (MED-Q1)	540	1,17±0,2	[37,8-54]	598 b
	Population de référence (MED-Q3)	540	1,79±0,57	22,5 a	[431,4-652]
Acétamipride	Tanghin (MED-Q1)	540	1,08±0,2	[128,7-146,2]	[995,7-1431,8]
	Population de référence (MED-Q3)	540	1,92±0,57	28,7 a	238,02 a
Chlorpyriphos-éthyl	Tanghin (MED-Q1)	540	0,99±0,2	19,5 c	[223,5-243,6]
	Population de référence (MED-Q3)	540	1,24±0,57	[5,8-10,6]	40,7 b

95% L.C : désigne les limites de confiance pour une probabilité fixée de 5%. Les chiffres entre crochets indiquent à gauche les limites inférieures et à droite les limites supérieures des CL₅₀ ou CL₉₀. N^a désigne le nombre d'individus traité. Les valeurs de CL₅₀ suivies de même lettre ne sont pas significativement différentes entre elles basé sur le recouvrement des limites de confiance à 95%

4- Discussion

Le maraîchage est une activité pratiquée dans la ville de Ouagadougou et de ses périphéries par une frange de la population. C'est une pratique agricole qui utilise beaucoup d'engrais et de pesticides. L'utilisation des produits phytosanitaires par les maraîchers est systématique du fait qu'ils permettent de lutter contre les insectes ravageurs afin de réduire les pertes de récoltes et d'augmenter les rendements (Ngakiamia et al., 2019). Néanmoins leur utilisation intensive et non maîtrisée à cause du manque de formation peut être une source de nuisances pour la santé animale, humaine et pour l'environnement (Ahouangninou et al., 2011 ; Toé et al. 2013 ; Ngakiamia et al., 2019). Les résultats obtenus au cours de cette étude montrent que c'est une activité dominée par les femmes représentant 61,70% des maraîchers enquêtés. Ces résultats diffèrent de ceux obtenus par Ngakiamia et al. (2019) en République Démocratique du Congo qui ont trouvé que c'est une activité dominée par les hommes avec 54,6 % contre 45,4 % de femmes. Cette dominance est beaucoup plus importante au Bénin avec 84% d'hommes contre 16% de femmes (Azandémé-Hounmalon et al. 2015). La représentativité des femmes dans notre étude pourrait s'expliquer par le fait que le maraîchage est une activité génératrice de revenu leur permettant d'être autonome financièrement et de soutenir leur famille (scolarisation des enfants). Le faible niveau de scolarisation et l'analphabétisme rencontrés au sein des maraîchers pourraient s'expliquer par le fait que cette activité n'exige pas de compétence spécifique, donc accessible. Cette situation pourrait donc expliquer l'attitude des maraîchers vis-à-vis des bonnes pratiques phytosanitaires, comme l'ont indiqué Ouédraogo et al. (2009) et Toé et al. (2013). Ces auteurs ont montré que le faible niveau d'instruction des producteurs jouerait un rôle majeur dans l'ampleur des négligences des instructions et augmenterait les risques d'intoxication à moyen et à long terme en régions cotonnières du Burkina Faso.

L'utilisation des produits phytosanitaires par les maraîchers est systématique dès l'apparition des ravageurs ou de maladies dans les périmètres cultivés. Mawussi et al. (2015) ont montré que les producteurs maraîchers du Bénin, Togo, Ghana et Côte d'Ivoire utilisaient systématiquement des pesticides de synthèse pour optimiser les rendements des leurs spéculations.

Dans cette étude, les différentes familles de pesticides recensées à l'exception des acaricides et des herbicides, ont été aussi répertoriées par Ahouangninou et al., (2011) et Tarnagda et al. (2017). L'herbicide (GRAMOPAT SUPER) recensé est reconnu être particulièrement toxique pour les utilisateurs et l'environnement comme l'a indiqué Tachin (2011). En plus du GRAMOPAT SUPER, un nombre important des pesticides utilisés par les maraîchers ne sont pas homologués par le Comité Sahélien des Pesticides. La présence d'un nombre important de pesticides prohibés utilisés par les maraîchers pourrait s'expliquer par leur faible niveau de scolarisation, et la disponibilité des produits de la contrebande transfrontalière bon marché. Aujourd'hui, le grand problème des pesticides réside dans leur libre commercialisation.

Malgré les réglementations en vigueur, les lois demeurent difficilement applicables. Le même constat a été fait au Bénin (Ahouangninou et al., 2011), au Ghana (Bempah et al., 2011) et en République Démocratique du Congo (Ngakiamia et al., 2019). La plupart des pesticides utilisés par les maraîchers sont des pesticides binaires, le plus souvent une association de pyréthrinoloïde et d'organophosphoré ou avec de néonicotinoïde. Des résultats similaires ont été trouvés au Bénin (Ahouangninou et al., 2011 ; Ahouangninou et al., 2015 ; Azandémé-Hounmalon et al. 2015) et en République Démocratique du Congo (Ngakiamia et al., 2019).

L'ensemble des maraîchers interrogés affirment être conscients de la dangerosité des pesticides. En effet, l'usage des pesticides nécessite des moyens de protection pour assurer la sécurité des utilisateurs. Malheureusement dans nos contrées, très peu de producteurs se conforment aux règles d'hygiène pendant et après les traitements phytosanitaires. Ces comportements augmentent les risques d'exposition des producteurs aux divers malaises mentionnés dans la présente étude. Ces résultats sont similaires à ceux rapportés par Banjo et al., (2010) ; Ahouangninou et al., (2011) ; Ngom et al. (2012) et Congo (2013).

Concernant la gestion des emballages vides, certains maraîchers les éliminent en les jetant dans la nature en bordure des périmètres maraîchers ou les incinèrent. Nos résultats corroborent ceux de Ahouangninou et al. (2011) et Ngakiamia et al., (2019). L'une des conséquences de cette gestion des emballages vides est le transport des pesticides utilisés dans les cultures maraîchères par les eaux de ruissellement vers les lacs de barrage. En plus, une minorité des maraîchers enfouit les flacons dans le sol. Cela pourrait affecter la qualité des sols provoquant ainsi une modification de leurs propriétés physico-chimiques. Congo (2013) a mis en évidence la présence de cinq (05) molécules (Atrazine-2- hydroxy, Atrazine-desethyl, Dioxacarb, Fenobucard, Propoxur) dans les lacs de barrages n°3 de Ouagadougou, de Loumbila, et de Ziga. La pratique du maraîchage dans le lit de ces lacs de barrages constitue le plus grand facteur de contamination.

Les résultats obtenus pour les bio-essais présentent des valeurs de CL_{50} et CL_{90} les plus élevées au sein de la population de *B. tabaci* provenant des périmètres maraîchers par rapport à celle issue de l'élevage de laboratoire. Cela pourrait s'expliquer par le fait que la première provient d'une aire de production maraîchère donc plus exposée à une forte pression de sélection due à l'utilisation intensive des insecticides de synthèse par les producteurs. La résistance de la population originaire du site de Tanghin est plus importante vis-à-vis de l'acétamipride et de la deltaméthrine mais dans une moindre mesure vis-à-vis du chlorpyrifos-éthyl. Cette situation pourrait s'expliquer par le fait que le chlorpyrifos-éthyl n'est pas utilisé ou peu utilisé par les producteurs du site de Tanghin pour le contrôle des ravageurs. Nos résultats sont similaires à ceux trouvés par Gnankiné, (2012) ; Gnankiné et al. (2013a, c) et Drabo et al. (2019). Ces auteurs ont lié la résistance au type de biotype de *B. tabaci*. Des cas de résistance ont été signalés également en Chine (Yuan et al., 2012; Peng et al., 2017; R. Wang et al., 2017; S. Wang et al.,

2017; Zheng *et al.*, 2017), au Brésil (Guedes, 2016; Dângelo *et al.*, 2018), en Israël (Horowitz *et al.*, 2005), en Grèce (Roditakis *et al.*, 2009) et au Bénin (Houndété *et al.*, 2010a,b). Certains auteurs ont associé la résistance aux insecticides tels que les pyréthriinoïdes, les organophosphorés aux allèles résistants *kdr* et *Ace 1* respectivement (Roditakis *et al.*, 2006 ; Tsagkarakou *et al.*, 2009 ; Mouton *et al.*, 2014 ; Gnankiné *et al.*, 2013b, 2018). Alon *et al.* (2006, 2008) ont montré qu'au niveau de *B. tabaci*, deux mutations dans le gène du canal sodium voltage-dépendant, L925I et T929V, et une mutation dans l'enzyme acétylcholinestérase *ace1* (F331W) confèrent une résistance aux pyréthriinoïdes et aux organophosphorés respectivement. En outre, de nombreuses études conduites au Burkina Faso ont montré que les fréquences des allèles résistants sont presque fixées à 1 (Mouton *et al.*, 2014 ; Gnankiné *et al.*, 2018).

5- Conclusion

Cette étude a permis de mettre en lumière les pratiques phytosanitaires dans quatre (04) sites maraîchers des communes de Ouagadougou et de Loumbila ainsi que le niveau de résistance de deux populations de *B. tabaci*. La majorité des maraîchers ne respectent pas les bonnes pratiques phytosanitaires, aussi ces mauvaises pratiques constituent un danger pour les maraîchers, les consommateurs et l'environnement. Les tests de toxicités ont montré que la population collectée à Tanghin est plus résistante que la population de référence. Le niveau de résistance observé au sein de la population de cet insecte suggère que de nouvelles molécules ou de combinaison de molécules doivent être mises au point afin de contrôler au mieux cette population. Il est absolument indispensable que les autorités prennent d'avantages des dispositions pour un meilleur contrôle de la circulation, la commercialisation et l'utilisation des produits phytosanitaires. A l'heure actuelle, des efforts de sensibilisation des producteurs sur les risques inhérents à l'utilisation des pesticides chimiques doivent être initiés et/ou se multiplier.

Remerciements

Nos remerciements vont à l'endroit des producteurs maraîchers de Tanghin, Boulmiougou, Boulbi et de Loumbila pour leur accueil et leur collaboration.

Références bibliographiques

AFC, 2015. Rapport thématique sur les filières en agriculture irriguée au sahel (Initiative pour l'irrigation au Sahel-Lead Analytical Consultant). Ouagadougou, Burkina Faso.

Ahouangninou C., Fayomi B. E., Martin T., 2011. Évaluation des risques sanitaires et environnementaux des pratiques phytosanitaires des producteurs maraîchers dans la commune rurale de Tori-Bossito (Sud-Bénin). *Cahiers Agricultures*, 3(20), 216 - 222.

Ahouangninou C., Martin T., Cledjo P., Assogba-Komlan F., Etorh P., Djogbenou L., Assogba B. Soumanou M., Boko M., Fayomi F., 2015. Caractérisation des risques sanitaires et environnementaux des pratiques phytosanitaires dans la production de légumes dans les communes de

Cotonou, Sèmè-kpodji et Ouidah au sud-Bénin. *Cahiers du CBRST*, 2(7), 135 – 171.

Akoto O., Azuure A. A., Adotey K. D., 2016. Pesticide residues in water, sediment and fish from Tono Reservoir and their health risk implications. *Springerplus*, 1 (5), 18-49.

Alon M., Benting J., Lueke B., Ponge T., Alon F., Morin S., 2006. Multiple origins of pyrethroid resistance in sympatric biotypes of *Bemisia tabaci* (Hemiptera : Aleyrodidae). *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 36, 71–79. <https://doi.org/10.1016/j.ibmb.2005.10.007>.

Alon M., Alon F., Nauen R., Morin S., 2008. Organophosphates ' resistance in the B-biotype of *Bemisia tabaci* (Hemiptera : Aleyrodidae) is associated with a point mutation in an *ace1*-type acetylcholinesterase and overexpression of carboxylesterase. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 38, 940–949. <https://doi.org/10.1016/j.ibmb.2008.07.007>.

Azandémé-Hounmalon Y. G., Affognon H. D., Komlan F. A., Tamo M., Fiaboe K. K. M., Kreiter S., Martin T., 2015. Farmers' control practices against the invasive red spider mite, *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard in Benin. *Crop Protection*, 76, 53-58.

Banjo A. D., Aina S. A., Rije O. I., 2010. Farmers' knowledge and perception towards herbicides and pesticides usage in Fadama area of Okun-Owa, Ogun State of Nigeria. *African Journal of Basic and Applied Sciences*, 2, 188–194.

Bempah C. K., Buah-Kwofie A., Denutsui D., Asomaning J., Tutu A. O., 2011. Monitoring of pesticide residues in fruits and vegetables and related health risk assessment in Kumasi Metropolis, Ghana. *Research Journal of Environmental and Earth Sciences*, 3 (6), 761 – 771.

Blein, R., Soule, B.G., Dupaigne, F.B., Yerima B., 2009. Les potentialités agricoles de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO). Fondation pour l'Agriculture et la Ruralité dans le Monde (FARM). Rapport. <https://www.fondation-farm.org/IMG/pdf/etudepotentialites>.

Cahill M., Johnston D., Gorman K., Denholm I., 1995. Insecticide resistance in *Bemisia tabaci* from Pakistan. *BCPC-Pests and Diseases*, 42, 431-436.

Cissé I., Tandia A. A., Fall S.T., Diop E.H.S., 2003. Usage incontrôlé des pesticides en agriculture périurbaine : cas de la zone de Niayes au Sénégal. *Cahiers Agricultures*, 12,181-186.

Congo A.K., 2013. Risques sanitaires associées à l'utilisation de pesticides autour de petites retenues : cas du barrage de Loumbila. Mémoire de master en ingénierie de l'eau et de l'environnement option : eau et assainissement, Institut International d'Ingénierie, Rue de la science - 01 BP 594 - Ouagadougou 01 - Burkina Faso, 57p.

Corbel V, N'guessan R, Brengues C, Chandre F, Djogbenou L., Martin T., 2007. Multiple insecticide resistance mechanisms in *Anopheles gambiae* and *Culex quinquefasciatus* from Benin, West Africa. resistance in *Anopheles gambiae* and *Culex quinquefasciatus* from Benin and operational challenges for malaria vector control. *Acta*

Tropica, 101, 207-216.

CSLP, 2004. Cadre stratégique de lutte contre la pauvreté. Ouagadougou, Burkina Faso, pp 139.

Dângelo R.A.C., Campos M.R., Silva P.S., Guedes R.N.C., 2018. Insecticide resistance and control failure likelihood of the whitefly *Bemisia tabaci* (MEAM1 ; B biotype): a Neotropical. *Annals of Applied Biology*, 172, 88–99. <https://doi.org/10.1111/aab.12404>.

De Barro P.J., Liu S.S., Boykin L.M., Dinsdale A.B., 2011. *Bemisia tabaci*: A statement of species status. *Annual Review of Entomology*, 56, 1–19.

DPSAA, 2011. Rapport général du module maraîchage. Ouagadougou, pp 309.

DGPSA, 2008. Analyse de la filière maraîchage au Burkina Faso. Ouagadougou, pp 115.

Drabo S. F., Coulibaly Y. A., Romba R., Balboné M., Gnankiné O., 2019. Biochemical resistance to insecticides in *Bemisia tabaci* field population from Burkina Faso, West Africa. *Phytoparasitica*, <https://doi.org/10.1007/s12600-019-00765-8>.

EFSA, 2013. Scientific Opinion on the risks to plant health posed by *Bemisia tabaci* species complex and viruses it transmits for the EU territory 1. *EFSA journal*, 11, 1–302.

FAO., BAD., 2019. Croissance Agricole en Afrique de l'Ouest : Facteurs déterminants de marché et de politique, <http://www.fao.org/3/a-i4337f>.

Gnankiné O., 2012. Use of biopesticides in the perspective of chemical resistance management in Western Africa : The cases of *Bemisia tabaci* (Homoptera : Aleyrodidae) and *Anopheles gambiae* (Diptera : Culicidae). *Trends in Entomology*, 8, 85–96.

Gnankiné O., Bassolé I.H.N., Chandre F., Glitho I., Akogbeto M., Dabiré R.K., Martin T., 2013a. Insecticide resistance in *Bemisia tabaci* Gennadius (Homoptera: Aleyrodidae) and *Anopheles gambiae* Giles (Diptera: Culicidae) could compromise the sustainability of malaria vector control strategies in West Africa. *Acta Tropica*, 128, 7–17.

Gnankiné O., Mouton L., Savadogo A., Martin T., Sanon A., Dabiré R.K., Vavre F., Fleury F., 2013b. Biotypage status and resistance to neonicotinoids and carbosulfan in *Bemisia tabaci* (Hemiptera : Aleyrodidae) in Burkina Faso, West Africa. *International Journal of Pest Management*, 59, 95–102.

Gnankiné O., Ketoh G., Martin T., 2013c. Dynamics of the invasive *Bemisia tabaci* (Homoptera : Aleyrodidae) Mediterranean (MED) species in two West African countries. *International Journal of Tropical Insect Science*, 33, 99–106.

Gnankiné O., Hema O., Namountougou M., Mouton L., Vavre F., 2018. Impact of pest management practices on the frequency of insecticide resistance alleles in *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) populations in three countries of West Africa. *Crop Protection*, 104, 86–91.

Guedes R.N.C., 2016. Insecticide resistance, control failure likelihood and the First Law of Geography. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 73, 479–484. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2016.05.001>.

[org/10.1002/ps.4452](https://doi.org/10.1002/ps.4452).

Henri H., Terraz G., Gnankiné O., Fleury F., Mouton L., 2013. Molecular characterization of genetic diversity within the Africa/Middle East/Asia Minor and Sub-Saharan African groups of the species complex. *International Journal of Pest Management*, 59 (4), 329–338.

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.

Houndété T., Thierry B., Hema S.A., Glitho I.A., Martin T., 2010a. Insecticide resistance in field populations of *Bemisia tabaci* (Hemiptera : Aleyrodidae) in West Africa. *Pest Management Science* 66, 1181–1185. <https://doi.org/10.1002/ps.2008>.

Houndété T.A., Fournier D., Ketoh G.K., Glitho I.A., Nauen R., Martin T., 2010b. Biochemical determination of acetylcholinesterase genotypes conferring resistance to the organophosphate insecticide chlorpyrifos in field populations of *Bemisia tabaci* from Benin , West Africa. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 98, 115–120.

INSD, 2008. Recensement général de la population et de l'habitation 2006. Ouagadougou, Burkina Faso, pp 52.

Jones D.R., 2003. Plant viruses transmitted by whiteflies. *European Journal of Plant Pathology*, 109, 195–219.

Mawussi G., Kolani L., Devault D. A., Koffi-Kouma A. A., Sanda K., 2015. Utilisation de pesticides chimiques dans les systèmes de production maraîchers en Afrique de l'Ouest et conséquences sur les sols et la ressource en eau : le cas du Togo. 44^e congrès du Groupe Français des Pesticides, 26-29 mai 2014, Actes du colloque, Schoelcher, France. 46-53.

Mouton L., Gnankiné O., Henri H., Terraz G., Ketoh G., Martin T., Fleury F., Vavre F., 2014. Detection of genetically isolated entities within the Mediterranean species of *Bemisia tabaci*: new insights into the systematics of this worldwide pest. *Pest Management Science*, 71, 452–458.

Nicolopoulou-Stamati P., Maipas S., Kotampas C., Stamatis P., Hens L., 2016. Chemical pesticides and human health: The urgent need for a new concept in agriculture. *Front Public Health*, 4, 148.

Ngakiama G. N., Mbela G., K., Pole C. S., Kyela C. M., Komanda J. A., 2019. Analyse des connaissances, attitudes et pratiques des maraîchers de la Ville de Kinshasa en rapport avec l'utilisation des pesticides et l'impact sur la santé humaine et sur l'environnement. *Afrique Science*, 15 (4), 122 – 133.

Ngom S., Traore S., Thiam M. B., Anastasie M., 2012. Contamination des produits agricoles et de la nappe phréatique par les pesticides dans la zone des Niayes au Sénégal. *Revue des Sciences et de la Technologie*, Synthèse, 25, 119- 130.

OCDE/FAO, 2016., L'agriculture en Afrique subsaharienne : Perspectives et enjeux de la décennie à venir, dans Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2016-2025, Éditions OCDE, Paris. DOI : <http://dx.doi.org/10.1787/agr>

[outlook-2016-5-fr.](#)

- Ouédraogo M., Tankoano A., Ouédraogo T., Guissou I., 2009.** Risk factors for pesticide poisoning among users in the cotton-production region of Fada N’Gourma in Burkina Faso. *Environnement, Risques & Santé*, 8 (4), 343-347.
- Pazou E. Y. A., Azehoun J. P., Aleodjrodo P. E., Van Straalen, N.M., Van Hattum B., Van Gestel C. A., 2013.** Health risks associated with pesticide residues in sediments, fish and plants from the Ouémé valley in the Republic of Benin. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 2 (65), 260 – 265.
- Perring T. M., 2001.** The *Bemisia tabaci* species complex. *Crop Protection*, 20, 725–737.
- Peng Z., Zheng H., Xie W., Wang S., Wu Q., Zhang Y., 2017.** Field resistance monitoring of the immature stages of the whitefly *Bemisia tabaci* to spirotetramat in China. *Crop Protection*, 98, 243–247. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2017.04.009>.
- Romba R., Gnankine O., Drabo F. S., Fidèle D., Henri H., Mouton L., Vavre F., 2018.** Abundance of *Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera: Aleyrodidae) and its parasitoids on vegetables and cassava plants in Burkina Faso (West Africa). *Ecology and Evolution*, 1–13. <https://doi.org/10.1002/ece3.4078>.
- Roditakis E., Tsagkarakou A., Vontas J., 2006.** Identification of mutations in the para sodium channel of *Bemisia tabaci* from Crete, associated with resistance to pyrethroids. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 85, 161–166.
- Roditakis E., Grispou M., Morou E., Kristoffersen J.B., Roditakis N., Nauen R., Tsagkarakou, A., 2009.** Current status of insecticide resistance in Q biotype *Bemisia tabaci* populations from Crete. *Pest Management Science*, 65, 313–322.
- Saliou N., Traore S., Mamadou B.T., Manga A., 2012.** Contamination des produits agricoles et de la nappe phréatique par les pesticides dans la zone de Niayes au Sénégal. *Revue des Sciences et de la Technologie*, Synthèse, 25, 119 – 125.
- Sanborn M., Cole D., Kerr K., Akil C., Sanin L.H., Bassil K., 2004.** Pesticides literature. *Review, Toronto: Ontario College of Family Physicians*, pp 188.
- Tachin, E.S. 2011.** Protection des végétaux et gestion des cultures maraîchères : les pesticides chimiques, à la fois utiles et dangereux. <https://lanouvelletribune.info/archives/sante/7315>.
- Thakur D.S., Khot R., Joshi P.P., Pandharipande M., Nagpure K. 2014.** Glyphosate poisoning with acute pulmonary edema. *Toxicology International*, 21, 328–330.
- Toé A.M., Domo Y., Hema S.A.O., Guissou I.P., 2000.** Épidémiologie des intoxications aux pesticides et activité cholinestérasique sérique chez les producteurs de coton de la zone cotonnière de la Boucle du Mouhoun. *Études et Recherches Sahéliennes* numéro 4-5 Janvier-Décembre 2000, Numéro spécial. Les pesticides au Sahel. Utilisation, Impact et Alternatives, 39-48.
- Toé A.M., Ouédraogo V., Guissou I.P., Hema O.S.A., 2002.** Contribution à la toxicologie agroindustrielle au Burkina Faso. Etude des intoxications d’agriculteurs par pesticides en zone cotonnière du Mouhoun. Résultats, analyse et propositions de prise en charge du problème. *Revue de médecine de travail*, 59 – 64.
- Toé A.M., Kinane M.L., Kone S., Sanfo-Boyarm E., 2004.** Le non-respect des bonnes pratiques agricoles dans l’utilisation de l’endosulfan comme insecticide en culture cotonnière au Burkina Faso : quelques conséquences pour la santé humaine et l’environnement. *Revue Africaine de Santé et de Production Animale (RASPA)*, 3-4 (2), 275 – 280.
- Toé A. M., Ouédraogo M., Ouédraogo R., Ilboudo S., Guissou P.I., 2013.** Pilot study on agricultural pesticide poisoning in Burkina Faso. *Interdisciplinary Toxicology*, 6(4), 185-191.
- Traoré S. K., Mamadou K., Dembélé A., Lafrance P., Mazelliert P., Houenou P., 2006.** Contamination de l'eau souterraine par les pesticides en régions agricoles en Côte-d'Ivoire (centre, Sud et Sud-Ouest). *Journal Africain des Sciences de l'Environnement*, 1, 1-9.
- Tsagkarakou A., Nikou D., Roditakis E., Sharvit M., Morin S., Vontas J., 2009.** Molecular diagnostics for detecting pyrethroid and organophosphate resistance mutations in the Q biotype of the whitefly *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 94, 49–54.
- Wang R., Fang Y., Mu C., Qu C., Li F., Wang Z., Luo C., 2017.** Baseline susceptibility and cross-resistance of cycloxyaprid, a novel cis-nitromethylene neonicotinoid insecticide, in *Bemisia tabaci* MED from China. *Crop Protection*, 1–5.
- Wang S., Zhang Y., Yang X., Xie W., Wu Q., 2017.** Insecticide Resistance and Resistance Management Resistance Monitoring for Eight Insecticides on the Sweetpotato Whitefly (Hemiptera : Aleyrodidae) in China. *Journal of Economic Entomology*, 1–7. <https://doi.org/10.1093/jee/tox040>.
- Yuan L., Wang S., Zhou J., Du Y., Zhang Y., Wang J., 2012.** Status of insecticide resistance and associated mutations in Q-biotype of white fl y , *Bemisia tabaci* , from eastern China. *Crop Protection* 31, 67–71. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2011.09.017>.
- Zhang B., Kong F., Cui R., 2016.** Gene expression of detoxification enzymes in insecticide-resistant and insecticide-susceptible *Bemisia tabaci* strains after diafenthiuron exposure. *Journal of Agricultural Science*, 154, 742–753.