

# Evaluation de l'offre d'insecticides homologués et des risques de la lutte chimique telle que pratiquée par les maraîchers contre les mouches des fruits en culture de courgette pour le producteur et le consommateur au Burkina Faso

Titre courant : Risques de la lutte chimique pour le producteur et le consommateur

OUEDRAOGO Sylvain Nafiba<sup>1,2</sup>, ZIDA Issaka<sup>3</sup>, OUEDRAOGO Richard<sup>2,3</sup>, NACANABO Madi<sup>1</sup>, DABIRÉ A. Rémy<sup>3</sup>

## Résumé

Les mouches des fruits sont des ravageurs d'importance économique qui infligent d'énormes dégâts aux cultures maraîchères. Au Burkina Faso, les maraîchers utilisent les pesticides chimiques pour lutter contre ces ravageurs. Un suivi des pratiques paysannes de lutte chimique contre les mouches des fruits en parcelles de production de courgette a été réalisé sur trois sites maraîchers pour évaluer : (i) l'offre d'insecticides homologués contre les mouches de fruits en cultures maraîchères et (ii) les risques liés aux pratiques paysannes de lutte chimique contre les mouches de fruits associées à la courgette pour le consommateur et le producteur. Il ressort que quatre formulations insecticides sont autorisées par le conseil sahélien des pesticides (CSP) contre les mouches de fruits en culture du mangoier et aucune en cultures maraîchères. Six formulations d'insecticides sont utilisées par les producteurs sur les trois sites pour lutter contre les mouches des fruits associées à la courgette dont 72% d'entre elles sont homologuées en culture du cotonnier. Lors des traitements, environ 70% des produits ont été utilisés sans respect des doses recommandées par le fabricant. Aucun des producteurs maraîchers n'observe une mesure de protection adéquate depuis la préparation de la bouillie jusqu'à la fin des traitements. L'analyse de résidus a révélé des traces de lambda-cyhalothrine, de deltaméthrine et de cyperméthrine dans les courgettes. Les producteurs sont fortement exposés aux pesticides en utilisant des produits non homologués et en ne respectant pas les instructions fournies par le fabricant.

**Mots clés :** Pratiques paysannes, lutte chimique, mouches des fruits, Courgette, Burkina Faso

## Abstract

Fruit flies are economically important pests which inflict enormous damage to vegetable crops. In Burkina Faso, market gardeners use chemical pesticides to control these pests. A monitoring of farmers' chemical control practices against fruit flies in zucchini production plots was carried out in three market garden sites to evaluate : (i) the supply of registered insecticides against fruit flies in market gardening and (ii) the risks associated with peasant chemical control practices against fruit flies in zucchini production for consumers and producers.

It appears that four insecticide formulations are authorized by the Sahelian Pesticide Council (CSP) against fruit flies in mango cultivation and none in market gardening. Six insecticide formulations are used by growers on the three sites to control fruit flies on zucchini crops, of which, 72% are authorized for use on cotton. During the treatments, about 70% of the products were used without respecting the doses recommended by the manufacturer. None of the market gardeners observed an adequate protection measure from the preparation of the spray mixture until the end of the treatments. Residue analysis in zucchini fruits revealed traces of lambda-cyhalothrine, deltamethrin and cypermethrin. Producers are highly exposed to pesticides by using unapproved formulations and by not following the instructions provided by the manufacturers.

**Keywords:** Farmer practices, chemical control, fruit flies, zucchini, Burkina Faso

<sup>1</sup>Institut des sciences de l'environnement et du développement rural (ISEDR) BP 176 Dédougou (Burkina Faso)

<sup>2</sup>Institut du Sahel (INSAH), BP 1530 Bamako (Mali)

<sup>3</sup>Institut de l'environnement et de recherches agricoles (INERA), Station de Farako-bâ, BP 910 Bobo-Dioulasso (Burkina Faso)

**Auteur correspondant :** ZIDA Issaka, BP 910 Bobo-Dioulasso, E-mail : [ishakazida@gmail.com](mailto:ishakazida@gmail.com), Tel : (+226) 07 13 30 28

## Introduction

Au Burkina Faso, le maraîchage représentait 16,5 % de la production agricole et 4,5 % du PIB brut du pays en 2002 (MAHRH, 2007). Selon cette même source, à l'exception du haricot vert qui est produit pour l'exportation, toutes les autres spéculations (tomates, chou, oignons, courgettes, etc.) sont produites majoritairement pour satisfaire la demande intérieure. La consommation de ces produits maraîchers contribue à la sécurité alimentaire et nutritionnelle des populations à travers l'association des produits maraîchers à la préparation des repas et l'apport de vitamines, des sels minéraux dont ils regorgent (Soma, 2020).

La courgette (*Cucurbita pepo* subsp. *pepo*) est une plante de la famille des Cucurbitaceae dont les fruits sont consommés et est cultivée durant toute l'année au Burkina Faso. C'est

la cinquième culture maraîchère du pays après l'oignon bulbe, la tomate, la laitue et le chou et représente 2,58% de la production horticole nationale (MARHASA, 2014). Sa culture fait cependant face aux attaques des déprédateurs dont les mouches de fruits (Diptera : Tephritidae) qui occasionnent d'importants dégâts et des pertes aux producteurs. Selon Kiéno (2017) et Zida *et al.* (2020), les courgettes sont attaquées par les espèces *Z. cucurbitae*, *Dacus ciliatus*, *D. punctatifrons* et *D. vertebratus* au Burkina Faso. Le taux d'attaque des courgettes par les Tephritidae varie de 50 à 66% selon les sites d'étude (Kiéno, 2017; Zida *et al.*, 2020). Pour faire face aux dégâts des mouches de fruits, les producteurs ont recours à une application importante, et souvent excessive, de produits phytosanitaires parfois plus toxiques. Ces pratiques paysannes de lutte chimique présentent cependant de réels dangers et ce à trois (3) niveaux :

- la toxicité pour les producteurs, liée à l'exposition durant les phases de préparation et d'application de la bouillie phytosanitaire (Maroni *et al.*, 2006 ; Toé *et al.*, 2012 ; Toé *et al.*, 2013) ;
- la toxicité pour le consommateur, liée à la présence de résidus toxiques (Ngom *et al.*, 2012) ;
- la pollution de l'environnement et la toxicité pour les organismes non cibles de l'environnement (Tarnagda *et al.*, 2002; Ouédraogo *et al.*, 2011).

Au Burkina Faso, aucune étude n'a abordé l'effet des pratiques paysannes de lutte chimique contre les mouches de fruits en culture de la courgette sur la santé des producteurs et des consommateurs. Cette étude se propose d'évaluer (i) l'offre d'insecticides de synthèse homologués par le CSP contre les mouches de fruits en cultures maraîchères en général et la courgette en particulier et (ii) les risques liés aux pratiques paysannes de lutte chimique contre les mouches de fruits en parcelles de production de courgette pour le maraîcher et le consommateur.

## Matériel et méthodes

### *Sites d'étude*

L'étude a été conduite dans trois sites maraîchers situés dans la localité de Yéguéresso relevant de la commune de Bobo-Dioulasso, à l'ouest du Burkina Faso. Cette zone appartient au domaine phytogéographique sud-soudanien. Selon l'INSD (2018), de 2007 à 2017, les températures moyennes minimales oscillaient entre 16,7 et 22,7 °C pendant que les moyennes maximales se situaient entre 33,3 et 34,1 °C. Pour la même période, l'humidité relative de l'air se situait entre 30% (minima) et 74% (maxima).

### *Evaluation de l'offre d'insecticides homologués pour lutter contre les mouches de fruits*

Dans le but de mieux comprendre le choix des différents pesticides utilisés par les producteurs suivis pour la lutte contre les mouches de fruits, une évaluation de l'offre de pesticides homologués pour lutter contre les mouches de fruits a été effectuée. Elle a consisté à rechercher et recenser, sur la liste globale des pesticides homologués par le Comité Sahélien des Pesticides (CSP) après sa session de mai 2018, les insecticides homologués contre les mouches de fruits en général et ceux autorisés contre les mouches de fruits des cultures maraîchères en particulier. Le CSP est la structure règlementaire régionale, habilitée à homologuer des pesticides au profit de neuf pays membres du Comité Permanent de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel (CILSS) dont le Burkina Faso, où cette étude a été conduite.

### *Collecte des données sur les pratiques des producteurs dans l'application des traitements chimiques pour lutter contre les mouches de fruits en culture de courgette*

Ces données ont été collectées dans trois parcelles de courgettes où les producteurs appliquent des traitements chimiques pour lutter contre les mouches de fruits. La collecte des données a consisté à observer au niveau de la parcelle, les pratiques des producteurs suivis, dans la préparation et la réalisation de différents traitements qu'ils ont appliqué pour lutter contre

les mouches de fruits et à les interroger pour obtenir les informations complémentaires qui ne sont pas directement observables sur le terrain. Les données collectées portaient sur les types et les caractéristiques des différents pesticides utilisés, les heures de début et de fin des différentes opérations de traitement, les modes de prise de décision de traiter, le mode de choix des pesticides utilisés, les caractéristiques des appareils de traitement, la préparation des bouillies, l'application de la bouillie et les conditions de traitement. Pour chaque producteur suivi, ces différentes données collectées ont été consignées dans des fiches d'observation élaborées à cet effet et utilisées tout au long du suivi.

Afin d'éviter d'influencer les choix et pratiques des producteurs suivis, les informations sur la programmation des traitements à effectuer (lieu, date et heure approximative du début de l'opération) ont été recueillies auprès du producteur à chaque fois qu'il y a eu un traitement à réaliser, afin de prendre les dispositions nécessaires pour suivre et réaliser les différentes observations. Un total de 25 traitements a été appliqué par les maraîchers dans les parcelles suivies au cours de cette étude.

### *Evaluation du risque associé à la lutte chimique contre les mouches de fruits pour les producteurs de courgette*

L'évaluation du risque associé à la lutte chimique contre les mouches de fruits pour les producteurs de courgette a été effectuée à travers l'estimation de l'exposition des producteurs lors de la préparation et de l'application de la bouillie phytosanitaire. Cette estimation a été réalisée en utilisant un modèle d'évaluation de l'exposition des opérateurs qui prend en compte l'exposition des opérateurs aux pesticides par voie cutanée et par inhalation et permet de prédire leur niveau d'exposition pendant la préparation et l'application des pesticides. Le fonctionnement de ce modèle prend en compte deux parties distinctes à savoir le paramétrage des conditions d'utilisation du produit phytosanitaire et le calcul de l'exposition.

Pour la présente étude, les paramètres pris en compte pour l'estimation de l'exposition des producteurs sont présentés au **tableau I**. Pour l'évaluation de l'exposition cutanée, les taux d'absorption dermique utilisés proviennent des bases de données Pesticides Property Database PPDB (University of Hertfordshire, 2007a) et Biopesticides Property Database BPDB (University of Hertfordshire, 2007b). En cas de données manquantes, une valeur par défaut de 10% a été prise en tenant compte des recommandations de l'Union Européenne (EFSA, 2017).

En l'absence de produits autorisés contre les mouches de fruits sur la courgette, quatre scénarios d'exposition associant les conditions d'utilisation des pesticides recensés et les mesures de protection des producteurs ont été pris en compte (**tableau I**).

Le risque pour chacune des substances actives utilisées par les producteurs est caractérisé en comparant l'exposition estimée avec la valeur toxicologique de référence qui est le niveau d'exposition acceptable de l'opérateur dont le sigle en anglais est AOEL (Acceptable Operator Exposure Level). Le risque est jugé acceptable lorsque l'exposition estimée est inférieure à l'AOEL.

**Tableau I** : Paramètres pris en compte pour l'estimation de l'exposition des producteurs

Paramètre d'entrée	Valeur
Méthode d'application	Pulvérisateur à dos, volume 15 L
Type de formulation	Fonction du pesticide utilisé
Absorption dermale à partir du produit	Fonction des données disponibles dans la littérature
Conteneur	1 L, toute ouverture
Equipement de protection individuelle (EPI) et scénarios d'application	Scénario 1 : les opérateurs ne portent aucun EPI et appliquent le pesticide suivant la pratique paysanne
	Scénario 2 : les opérateurs portent des EPI (gants et combinaison) et appliquent le pesticide suivant la pratique paysanne
	Scénario 3 : les opérateurs ne portent aucun EPI et appliquent le pesticide suivant la recommandation du fabricant du produit
	Scénario 4 : les opérateurs portent des EPI (gants et combinaison) et appliquent le pesticide suivant la recommandation du fabricant du produit
Surface traitée / jour	1 ha (par défaut)
Durée de traitement	6 h (par défaut)

**Evaluation du risque pour les consommateurs associés à la lutte chimique contre les mouches de fruits de la courgette**

L'évaluation du risque pour les consommateurs associés à la lutte chimique contre les mouches de fruits en culture de la courgette a été effectuée à travers la recherche et la quantification de résidus de pesticides, à partir d'échantillons de fruits de courgettes prélevés dans les parcelles suivies, faisant l'objet d'une protection chimique contre les mouches de fruits. A cet effet, des prélèvements d'échantillons ont été effectués dans les différentes parcelles suivies après les traitements insecticides appliqués. Ces échantillons ont été prélevés sur les récoltes de courgettes destinées au marché. Pour chaque site, un échantillon de 1 kg de courgette a été prélevé et transmis au Laboratoire National de Santé Publique (LNSP) du Burkina Faso pour des analyses. Les prélèvements d'échantillons ont été effectués les 27 août, 21 septembre et 04 octobre 2018, respectivement sur les sites 1, 2 et 3. Les analyses de résidus ont été réalisées en suivant la méthode normalisée QuEChERS NF EN 15662 et en utilisant un chromatographe en phase gazeuse avec détecteur micro-ECD, un chromatographe en phase gazeuse couplé à un spectromètre de masse, un chromatographe en phase gazeuse avec un détecteur azote-phosphore. Les résultats obtenus ont été comparés avec les Limites Maximales de Résidus (LMR) du *Codex alimentarius* (2020) pour la courgette.

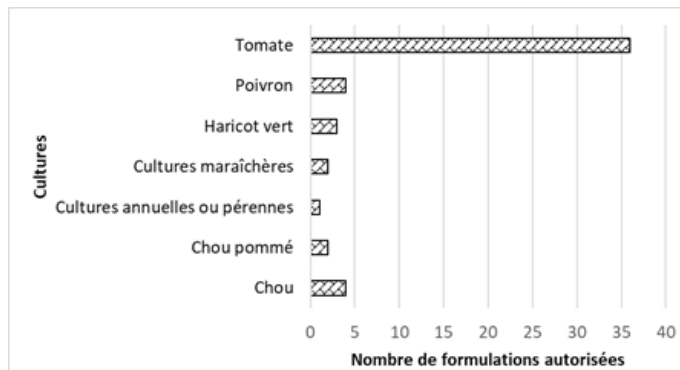
**Traitement et analyse statistique des données**

Les données collectées ont été saisies sur le tableur Excel 2013 de Microsoft office 2013. Le même tableur a servi à concevoir les graphiques et les tableaux.

**Résultats**

**Offre de formulations insecticides homologuées contre les mouches de fruits en culture de la courgette**

Cinquante-deux formulations insecticides sont autorisées en cultures maraîchères contre différentes cibles (**figure 1**). Parmi ces formulations, quatre sont autorisées contre les mouches de fruits en culture du manguiers et aucune en culture de la courgette (**tableau II**).



**Figure 1** : Répartition des formulations insecticides autorisées par le Comité Sahélien des Pesticides en mai 2018 en cultures maraîchères

**Tableau II** : Formulations insecticides autorisées par le Comité Sahélien des Pesticides en mai 2018 contre les

FORMULATIONS	PRESENTATION	CULTURE	CIBLE
Malathion (4,5 g/bloc)	Bloc imprégné	Manguiers	Mouches de fruits
Alpha-cyperméthrine (0,1 g/piège)	Appât empoisonné	Manguiers	Mouches de fruits
Spinosad (0,24 g/l)	Suspension Concentrée	Manguiers	Mouches de fruits
Silicate d'aluminium (950 g/kg)	Poudre mouillable	Manguiers	Mouches de fruits
	Répulsif		

**Pratiques paysannes dans la lutte chimique contre les mouches de fruits en culture de courgette**

**Produits de traitement utilisés**

Le suivi des traitements effectués dans les trois sites a révélé six formulations de pesticides chimiques utilisées par les producteurs dans la lutte contre les mouches de fruits dans leurs parcelles de production de courgette. On note que toutes les formulations utilisées sont des insecticides mais aucune d'elle n'est autorisée pour usage contre les mouches de fruits en culture de courgette.

Le tableau III présente les formulations recensées ainsi que leurs familles chimiques. Ce tableau montre que les neuf

substances actives des formulations insecticides utilisées par les producteurs appartiennent à six familles chimiques différentes. Les substances actives qui appartiennent à la famille chimique des Pyréthriinoïdes sont les plus représentées (44,44 %). Les résultats du tableau III montrent aussi que quatre des formulations insecticides utilisés par les producteurs se présentent sous la forme de concentrés émulsionnables (EC) contre une formulation sous forme de suspension concentrée huileuse (OD) et une formulation sous forme de suspensions concentrées (SC).

Formulation	Présentation	Familles chimiques	Statut d'homologation
Lambda-cyhalothrine (25 g/L)	EC	Pyréthriinoïdes	Non homologué
Cyperméthrine (10 g/L)	EC	Pyréthriinoïdes	Non homologué
Deltaméthrine (24 g/L) + Chlorpyrifos-éthyl (400 g/L)	EC	Pyréthriinoïdes + Organophosphorés	Homologué contre les chenilles phyllophages, carpophages et les acariens en culture du coton
Abamectine (18 g/L)	EC	Avermectine	Non homologué
Spirotetramate (75 g/L) + Flubendamide (100 g/L)	OD	Kétoénoles + Benzene-dicarboxamide	Homologué contre les ravageurs en culture du coton
Teflubenzuron (75 g/L) + Alpha-cyperméthrine (75 g/L)	SC	Benzoylurée + Pyréthriinoïdes	Homologué contre les insectes phyllophages et carpophages en culture du coton

Concentré émulsionnable (EC) ; Suspension concentrée huileuse (OD) ; Suspension Concentrée (SC)

### Critères de choix des produits de traitements à appliquer

Le sondage des producteurs a fait ressortir que le choix du produit à appliquer est guidé dans plus de la moitié des traitements effectués (56% des traitements effectués) par l'expérience propre des producteurs. On note aussi que ceux-ci ne font pas recours aux conseils d'un spécialiste du domaine pour le choix des produits à appliquer et dans 24% des traitements effectués, le produit utilisé a été choisi de façon aléatoire sur la base de sa disponibilité sur la place du marché ou à sa portée (figure 2).

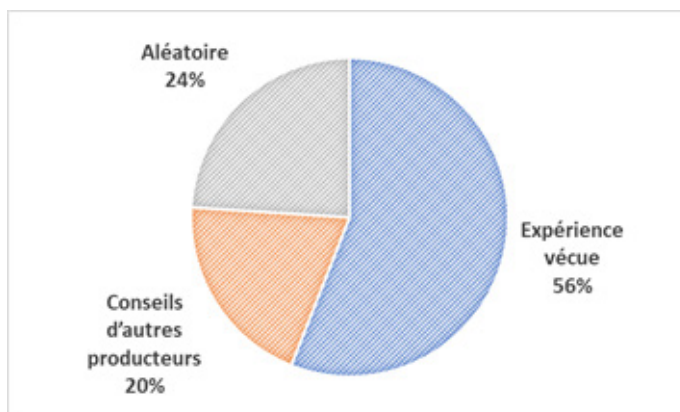


Figure 2 : Critères de choix des pesticides à appliquer par les producteurs pour le traitement des parcelles de courgettes contre les mouches de fruits (n = 25)

### Application des traitements insecticides

Selon les observations faites, tous les traitements ont été effectués sans consultation ni respect des instructions indiquées sur les étiquettes des produits utilisés. La décision d'appliquer un traitement est prise de façon systématique.

### Fréquences des traitements insecticides

Les observations ont porté sur 25 traitements au niveau des

trois sites (tableau IV) dont 6 pour le site 1 en un mois d'observations (période du 30/07/2018 au 29/08/2018), 5 pour le site 2 en environ un mois d'observations (période du 28 août au 28 septembre 2018) et 14 pour le site 3 en 1 mois et 20 jours d'observations (période du 11 septembre au 30 octobre 2018). Au cours de ces différents traitements, les produits recensés ont été employés à différentes fréquences.

Pour ce qui est de la distribution des insecticides utilisés, il ressort que les substances actives de la famille chimique des Pyréthriinoïdes ont été les plus utilisées dans l'ensemble des traitements effectués sur les 3 sites suivis (56,25%). C'est la seule famille chimique qui a été utilisée sur tous les trois sites. Les insecticides des familles chimiques des Kétoénoles, des Benzene-dicarboxamide, des Benzoylurée ont été appliqués seulement sur le site 3, tandis que ceux de la famille des Avermectine ont été uniquement employés sur le site 2. Pour ce qui est des fréquences d'utilisation, les traitements appliqués au niveau du site 1 ont été effectués à 100% avec des insecticides à base des Pyréthriinoïdes. Au niveau du site 2, les traitements ont été effectués avec des insecticides à base de Pyréthriinoïdes et d'Organophosphorés qui représentaient chacun environ 44,4% de l'ensemble des traitements effectués, contre 11,11% pour les traitements avec des insecticides à base d'Avermectine. Au niveau du site 3 où la diversité des familles chimiques d'insecticides utilisés a été observée, il ressort que les insecticides à base de Pyréthriinoïdes y sont également les plus utilisés (51,51% des traitements effectués). Les insecticides à base de Benzoylurée et d'Organophosphorés ont été utilisés respectivement dans 24,24% et 12,12% des traitements effectués, contre 6,06% avec des insecticides à base de Kétoénoles et de Benzene-dicarboxamide.

Tableau IV : Succession de l'utilisation des familles chimiques par site

Site	Substance active	Famille chimique	Nombre d'applications successives
Site 1	Cyperméthrine	Pyréthriinoïdes	6
	Lambda cyhalothrine		
Site 2	Deltaméthrine	Pyréthriinoïdes	4
	Lambda cyhalothrine		
	Chlorpyrifos-éthyl	Organophosphorés	4
	Abamectine		
Site 3	Lambda cyhalothrine	Pyréthriinoïdes	14
	Deltaméthrine		
	Alpha-Cyperméthrine		
	Teflubenzuron	Benzoylurée	8
	Chlorpyrifos-éthyl		
	Spirotetramate	Kétoénoles	2
Flubendamide	Benzene-dicarboxamide		

### Quantités de produits utilisées au cours des traitements appliqués

Les doses d'application des différentes formulations utilisées ont été comparées aux doses d'application recommandées par les fabricants pour ces différentes formulations (tableau V). Ces résultats montrent qu'environ 70% des traitements effectués, l'ont été en ne respectant pas les doses recommandées par les fabricants des produits utilisés dont 42,42% en surdosage et 27,27% en sous dosage, contre environ 30% en respectant ces doses recommandées. Les observations par site, révèlent que pour le site 1, les doses d'application des

différents insecticides utilisés au cours de tous les traitements effectués correspondent aux doses recommandées par les fabricants (respect des doses d'application). A l'opposé, pour le site 3 où il a été observé pour tous les traitements effectués, un non-respect des doses recommandées par les fabricants des différents produits utilisés, avec 23,61% des traitements appliqués avec un sous-dosage de l'insecticide utilisé et 73,68% des traitements effectués avec un surdosage du produit formulé. Au niveau du site 2, il a été observé le respect des doses recommandées par les fabricants dans 50% des traitements appliqués et le non- respect de ces doses dans l'autre moitié des traitements appliqués, avec un sous-dosage des produits utilisés (figure 3).

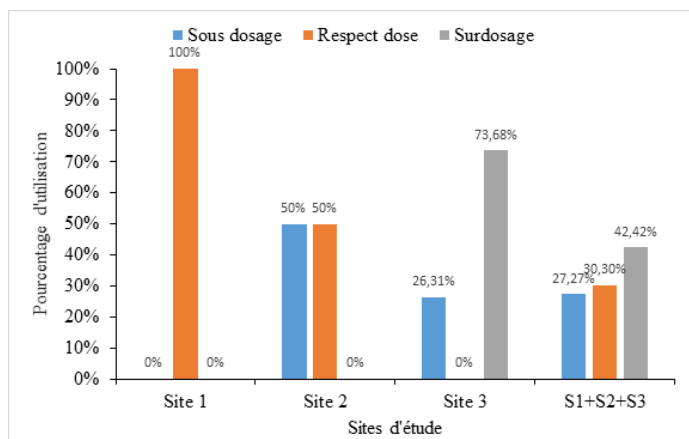


Figure 3 : Quantités d'insecticides appliquées au cours des traitements effectués

### Evaluation de l'exposition des producteurs

Les tableaux VI et VII montrent que les producteurs sont exposés aux insecticides utilisés selon qu'ils suivent ou pas les instructions fournies par les fabricants des formulations quel que soit le scénario envisagé.

Tableau VI : Exposition potentielle des producteurs aux insecticides utilisés (sans EPI)

Substance active	Dose maximale appliquée (mL/ha)		AOEL (mg/kg pc/j)	Absorption dermique (%)	Exposition estimée (mg/kg pc/j)	
	(1)	(2)			(1)	(2)
Abamectine	701,75	1000	0,0012	4	0,0089	0,0080
Alpha-cyperméthrine	166,44	100	0,01	3	0,0089	0,0072
Chlorpyrifos-éthyl	588,85	471,7	0,001	25	1,0337	0,6364
Cyperméthrine	698,32	-	0,06	5	0,0061	-
Deltaméthrine	35,33	28,3	0,0075	10	0,0045	0,0062
Flubendamide	190,21	114,28	0,006	10	0,0426	0,0331
Lambda-cyhalothrine	698,32	800	0,00063	25	0,0750	0,05728
Spirotetramate	142,68	85,75	0,05	2,15	0,0058	0,0050
Teflubenzuron	166,44	100	0,016	10	0,2896	0,2388

(1) Suivant la pratique paysanne ; (2) Suivant la recommandation du fabricant

pc/j: poids corporel par jour

Tableau VII : Exposition potentielle des producteurs aux insecticides utilisés (avec EPI)

Substance active	Dose maximale appliquée (mL/ha)		AOEL (mg/kg pc/j)	Absorption dermique (%)	Exposition estimée (mg/kg pc/j)	
	(1)	(2)			(1)	(2)
Abamectine	701,75	1000	0,0012	4	0,0017	0,0014
Alpha-cyperméthrine	166,44	100	0,01	3	0,0014	0,0007
Chlorpyrifos-éthyl	588,85	471,7	0,001	25	0,1823	0,0873
Cyperméthrine	698,32	-	0,06	5	0,0012	-
Deltaméthrine	35,33	28,3	0,0075	10	0,0006	0,0004
Flubendamide	190,21	114,28	0,006	10	0,0070	0,00301
Lambda-cyhalothrine	698,32	800	0,00063	25	0,0133	0,00874
Spirotetramate	142,68	85,75	0,05	2,15	0,0010	0,0005
Teflubenzuron	166,44	100	0,016	10	0,0400	0,0205

(1) Suivant la pratique paysanne ; (2) Suivant la recommandation du fabricant

pc/j: poids corporel par jour

Les risques sont acceptables (inférieurs à 100 % de l'AOEL) pour l'alpha-cyperméthrine, la cyperméthrine, la deltaméthrine et le spirotetramate quel que soit le scénario envisagé. Pour l'abamectine, le chlorpyrifos-éthyl, le flubendamide, la lambda-cyhalothrine et le teflubenzuron, les risques sont élevés quel que soit le scénario envisagé (tableau VIII).

Tableau VIII: Exposition potentielle des producteurs aux insecticides utilisés suivant les scénarios considérés\*

Substance active	Exposition estimée (% AOEL)			
	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4
Abamectine	741,66	141,67	666,67	116,67
Alpha-cyperméthrine	89	14	72	7
Chlorpyrifos-éthyl	103 370	18 230	63 640	8 730
Cyperméthrine	10,17	2	-	-
Deltaméthrine	60	8	82,67	5,33
Flubendamide	710	116,67	551,67	50,17
Lambda-cyhalothrine	11 904,76	2 111,11	9 092,06	1 387,30
Spirotetramate	11,6	2	10	1
Teflubenzuron	1 810	250	1 492,5	128,12

\*Scénario 1 : les opérateurs ne portent aucun EPI et appliquent le pesticide suivant la pratique paysanne ; Scénario 2 : les opérateurs portent des EPI et appliquent le pesticide suivant la pratique paysanne ; Scénario 3 : les opérateurs ne portent aucun EPI et appliquent le pesticide suivant la recommandation du fabricant du produit ; Scénario 4 : les opérateurs portent des EPI et appliquent le pesticide suivant la recommandation du fabricant du produit

### Evaluation du risque pour le consommateur

Le tableau IX présente les résultats des analyses de résidus de pesticides dans les courgettes sous traitement insecticide. Les teneurs des molécules détectées sont inférieures à la limite maximale de résidus (LMR) du Codex alimentarius.

Tableau V : Utilisation des pesticides par les producteurs suivis pour la lutte contre les mouches de fruits en culture de courgette

Formulations	Nombre d'applications			Doses utilisées (ml/ha)			Doses recommandées par le fabricant (ml/ha)
	Site 1	Site 2	Site 3	Site 1	Site 2	Site 3	
Lambda-cyhalothrine (25 g/L)	5	3	5	698,32	438,59	133,17	400-800
Cyperméthrine (10 g/L)	1	-	-	698,32	-	-	-
Deltaméthrine (24 g/L) + Chlorpyrifos-éthyl (400 g/L)	-	4	4	-	372,81	624,18	500
Abamectine (18 g/L)	-	1	-	-	701,75	-	500-1000
Spirotetramate (75 g/L) + Flubendamide (100 g/L)	-	-	2	-	-	332,89	200
Teflubenzuron (75 g/L) + Alpha-cyperméthrine (75 g/L)	-	-	8	-	-	332,89	200

**Tableau IX** : Teneur des résidus des pesticides dans les courgettes récoltées dans les parcelles d'étude

Nature du résidu	LMR <sup>1</sup> (mg/kg)	Teneur en résidus (mg/kg)		
		Site 1	Site 2	Site 3
Lambda-cyhalothrine	1	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Cyperméthrine	1	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Deltaméthrine	1	-	< 0,01	< 0,01

## Discussion

Les résultats montrent que parmi les formulations homologuées, quatre sont autorisées contre la mouche des fruits en culture du mangoier. Aucune formulation n'est autorisée contre les mouches de fruits en culture de la courgette. Cela pourrait s'expliquer par le fait que selon les firmes phytosanitaires, la consommation des pesticides en culture maraîchère et particulièrement en culture de courgette est faible et ne saurait justifier des investissements pour l'homologation des produits dans ce secteur. Selon Abiola (2003), cette situation pourrait être due à la libéralisation du marché des intrants agricoles ce qui fait que les distributeurs importent de grandes quantités de pesticides sans tenir compte de leur qualité ou des besoins spécifiques des producteurs. Cette libéralisation fait que c'est la demande qui justifie l'offre en intrants agricoles.

Le suivi des pratiques paysannes des traitements chimiques a révélé que les pesticides utilisés en culture de courgette dans les sites d'études ne sont pas indiqués dans la lutte contre les mouches des fruits. La plupart des insecticides utilisés (72%) par les producteurs maraîchers de courgette sont homologués en culture de coton. Nos résultats confirment ceux de Son *et al.* (2017) qui ont montré que 90% des pesticides utilisés par les producteurs en culture de tomate au Burkina Faso sont achetés sur les marchés locaux et 71% d'entre eux sont formulés pour le cotonnier. La famille chimique des pyrèthroïdes a été la plus utilisée (65%) dans les sites de production de courgette couverts par notre étude. Son *et al.* (2017), Tarnagda *et al.* (2017) ont démontré la prédominance de cette famille chimique en culture maraîchère au Burkina Faso. Les substances actives les plus utilisées sont entre autres la lambda-cyhalothrine, la deltaméthrine, le Chlorpyrifos-éthyl et l'Alpha-cyperméthrine. Nos résultats sont similaires à ceux obtenus par Son *et al.* (2017) sur les parcelles de culture de tomate au Burkina Faso. Le suivi rapproché des pratiques paysannes des maraîchers a également fait ressortir que 83,34% des insecticides utilisés par les producteurs se présentent sous la forme de concentrés émulsionnables (EC) contre 16,67% de suspensions concentrées (SC). Kim *et al.* (2017) ont rapporté qu'en général, les substances contenues dans ces formulations sont facilement absorbées par la peau et autres tissus que les substances solides. Berenstein *et al.* (2014) soutiennent que les risques liés à l'exposition aux substances liquides sont 22 à 62 fois plus élevés que celles solides. Les paramètres climatiques comme la température et l'humidité de l'air au moment des traitements peuvent affecter la volatilité des substances liquides et le taux de transpiration du corps humain (Aubertot *et al.*, 2005 ; Fenske et Day, 2005 ; Gil *et al.*, 2008). Des températures élevées provoquent une transpiration excessive permettant ainsi une

pénétration rapide du produit dans le corps et des vents au-dessus de la normale peuvent transporter le produit hors de la zone ciblée entraînant ainsi une contamination du traiteur par le pesticide (Fenske et Day, 2005; Schiffers et Moreira, 2011; El-Aissaoui, 2015). Sur l'ensemble des trois sites, environ 70% des bouillies utilisées pour pulvériser dans les parcelles de production de courgette ne respectaient pas les doses prescrites par le fabricant. Ces résultats sont conformes à ceux des travaux de Son *et al.* (2017); Tarnagda *et al.* (2017) au Burkina et de CIRAD (2013) à Mayotte. Le non-respect des doses des substances actives favorise le développement de problèmes de résistance et ne permettent pas de garantir l'efficacité des produits.

Les résultats ont montré que l'exposition du producteur aux pesticides demeure élevée qu'il suive ou pas les instructions fournies par les fabricants des formulations. Les scénarios d'exposition envisagés ne montrent pas une réduction de l'exposition. En effet, les insecticides utilisés par les maraîchers dans les sites d'étude ne sont pas autorisés contre les mouches de fruits en culture de courgette. Par conséquent, les recommandations formulées par le fabricant restent inappropriées pour permettre de réduire l'exposition du maraîcher à ces produits. Le risque sanitaire est très élevé pour certaines substances actives comme le spirotétramate et le flubendiamide classés respectivement cancérigène, mutagène et reprotoxique (CMR) et perturbateur endocrinien (EDC), et retrouvés dans les zones de production de coton au Burkina Faso (Bayili *et al.*, 2019).

Les analyses opérées sur des fruits de courgette récoltés sur les 3 sites par les producteurs pour le marché ont décelé la présence de certaines substances actives comme la lambda-cyhalothrine, la deltaméthrine et la cyperméthrine. Aucune substance active n'a été détectée à un niveau de résidus supérieur à sa limite maximale de résidus (LMR) dans les fruits de courgette. Cela pourrait s'expliquer par le fait que les maraîchers ne respectaient pas les recommandations du fabricant au cours des traitements insecticides. Aussi, les facteurs climatiques comme le vent et les pluies peuvent influencer l'efficacité des traitements dans la mesure où la plupart des formulations insecticides utilisées par les maraîchers sur les sites d'étude était sous forme liquide. Cependant, la consommation continue des fruits avec des concentrations de résidus de matières actives (lambda-cyhalothrine, la deltaméthrine et la cyperméthrine) pourrait avoir des effets néfastes sur la santé humaine (Ahouangninou *et al.*, 2011). Schiffers et Mar (2011) soutiennent que ces matières actives ne sont pas conseillées en culture maraîchère du fait de leur toxicité élevée et une teneur élevée en substances actives. Nos résultats corroborent ceux de Son *et al.* (2018) qui ont montré que des résidus de la lambda-cyhalothrine, le profénofos et le chlorpyrifos-éthyl ont été retrouvés dans les tomates au Burkina Faso mais avec des niveaux de résidus inférieurs à leur limite maximale de résidus.

## Conclusion

Cette étude a révélé que très peu de pesticides sont homologués par le conseil sahélien des pesticides (CSP) en cultures maraîchères pour lutter contre les bioagresseurs et

plus particulièrement contre les mouches des fruits. Les producteurs maraichers font donc recours aux produits homologués sur d'autres cultures notamment le cotonnier pour faire face aux bioagresseurs et cela augmente le risque d'exposition de l'opérateur aux produits chimiques. Il faut donc augmenter l'offre de pesticides en cultures maraichères pour permettre aux producteurs de protéger leurs productions tout en réduisant leur risque d'exposition aux pesticides.

## Références

**Abiola F.A., 2003.** Limites maximales de résidus de pesticides dans les produits agricoles d'exportation dans trois pays du CILSS - Rapport de synthèse. 49p.

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

**Aubertot J.N., Barbier J.M., Carpentier A., Gril J.J., Guichard L., Lucas P., Savary S. et Savini I. V.M., 2005.** Agriculture et environnement. Réduire l'utilisation des pesticides et en limiter les impacts environnementaux Expertise scientifique collective, synthèse du rapport, INRA et Cemagref, France, 64p.

**Bayili B., Ouedraogo R., Ilboudo S., Pooda L., Bonkougou M., Bationo J.F., Ouedraogo J.B. et Ouedraogo G.A., 2019.** Characterization of pesticides and practices of cotton producers and pesticides sellers in the cotton zone of Bala's hippopotamus pond biosphere of Burkina Faso. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, 7(6), 554-568.

**Berenstein G.A., Hughes E.A., March H., Rojic G., Zalts A. et Montserrat J.M., 2014.** Pesticide potential dermal exposure during the manipulation of concentrated mixtures at small horticultural and floricultural production units in Argentina: The formulation effect. *Sci. Total Environ.* 472, 509-516.

**CIRAD, 2013.** Rapport d'activités 2013 bilan et perspectives. Rapport annuel. Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement, France. 60p.

**Codex alimentarius, 2020.** Base de données en ligne du Codex sur les résidus de pesticides dans les aliments. <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/dbs/pestres/fr/>

**EFSA (European Food Safety Authority), 2017.** Dietary Reference Values for nutrients. Summary Report. *EFSA supporting publication* 2017:e15121. 98p.

doi:10.2903/sp.efsa.2017.e15121

**El-Aissaoui A., 2015.** *Les bases de l'application rationnelle des produits phytosanitaires. Guide pratique pour les opérateurs agricoles*, INRA, Settat, Maroc, 32p.

**CSP (Comité Sahélien des Pesticides), 2018.** Liste globale des pesticides autorisés par le Comité Sahélien des Pesticides, Version de Mai 2018. Institut du Sahel, 48p. [http://www.insah.org/doc/liste\\_globale\\_pesticides\\_autorises\\_par\\_csp\\_version\\_mai-2018.pdf](http://www.insah.org/doc/liste_globale_pesticides_autorises_par_csp_version_mai-2018.pdf)

**Fenske R.A. et Day E.W., 2005.** Assessment of exposure for pesticide handlers in agricultural, residential and institutional environments. *Occup. Resid. Expo. Assess. Pestic.* 11-43.

**Gil Y., Sinfort C., Guillaume S., Brunet Y. et Palagos B., 2008.** Influence of micrometeorological factors on pesticide loss to the air during vine spraying: Data analysis with statistical and fuzzy inference models. *Biosyst. Eng.* 100(2), 184-197.

**INSD, 2018.** Annuaire statistique 2017. INSD, Ouagadougou, Burkina Faso. 393p.

**Kiénoù, 2017.** Rôle des plantes hôtes et des zones de refuges dans la prolifération des populations des mouches des fruits (Diptera : Tephritidae) et leur cortège parasitaire dans l'Ouest du Burkina Faso. Mémoire d'Ingénieur du développement rural, Université Nazi Boni, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 70p.

**Kim K-H., Kabir E. et Jahan S.A., 2017.** Exposure to pesticides and the associated human health effects. *Sci. Total Environ.* 575, 525-535.

**Maroni M., Fanetti A.C. et Metruccio F., 2006.** Risk assessment and management of occupational exposure to pesticides in agriculture. *Med Lav.* 97(2), 430-7.

**MAHRH (Ministère de l'agriculture, de l'hydraulique et des ressources halieutiques), 2007.** Analyse de la filière maraichage au Burkina Faso. 127p. [http://www.fao.org/docs/up/easyopol/887/analyse-filiere-maraichage\\_107fr.pdf](http://www.fao.org/docs/up/easyopol/887/analyse-filiere-maraichage_107fr.pdf)

**MARHASA, 2014.** Superficies et production maraichère par région (campagne 2013-2014). Ministère de l'Agriculture, des Ressources Halieutiques, de l'Assainissement et de la Sécurité Alimentaire, Ouagadougou, Burkina Faso.

**Ngom S., Traore S., Thiam M.B. et Manga A., 2012.** Contamination des produits agricoles et de la nappe phréatique par les pesticides dans la zone des Niayes au Sénégal. *Rev. Sci. Technol.* 25, 119-130.

**Ouédraogo M., Toé A.M., Ouédraogo T.Z. et Guissou P.I., 2011.** Pesticides in Burkina Faso : Overview of the Situation in a Sahelian African Country. *In Pesticides in the Modern World-Pesticides Use and Management.* p35-48.

**Schiffers B. et Mar A., 2011.** *Sécurité des Opérateurs et Bonnes Pratiques Phytosanitaires*, Manuel n°4 : COLEACP/PIP Press. Bruxelles / Belgique : Programme PIP/COLEACP, 246p.

**Schiffers B. et Moreira C., 2011.** *Fondements de la protection des cultures*, Manuel n°7 : COLEACP/PIP Press. Bruxelles / Belgique : Programme PIP/COLEACP, 294p.

**Soma A., 2020.** Cultures maraichères autour de la zone industrielle de Kossodo à Ouagadougou : pratiques, circuits de commercialisation et risques sur la santé des citoyens. *Revue Espace, Territoires, Sociétés et Santé.* Vol.3-N°5: Système alimentaire urbain et santé en Afrique. URL: <https://www.retssa-ci.com/index.php?page=detail&k=87>

**Son D., Somda I., Legreve A. et Schiffers B. 2017.** Pratiques phytosanitaires des producteurs de tomates du Burkina Faso et risques pour la santé et l'environnement. *Cah. Agric.* 26, 25005. DOI: 10.1051/cagri/2017010

- Son D., Zerbo F.K.B., Bonzi S., Legreve A., Somda I. et Schiffers B., 2018.** Assessment of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) producers' exposure level to pesticides, in Kouka and Toussiana (Burkina Faso). *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 15, 204. doi: 10.3390/ijerph15020204)
- Tarnagda Z., Toé A., Ido G. et Koné S., 2002.** Pollution chimique et microbiologique des eaux du marigot Houët : mort massive des silures et menaces sanitaires des populations riveraines. E.I.N International - l'Eau, l'Industrie, les Nuisances, pp. 49-58.
- Toé A.M., Ouedraogo M., Ouedraogo R., Ilboudo S. et Guissou P.I., 2013.** Pilot study on agricultural pesticide poisoning in Burkina Faso. *Interdiscip. Toxicol.* 6(4), 185–91.
- Toé A.M., Ilboudo S., Ouedraogo M. et Guissou P.I., 2012.** Biological alterations and self-reported symptoms among insecticides-exposed workers in Burkina Faso. *Interdiscip. Toxicol.* 5(1), 42-46. doi: 10.2478/v10102-012-0008-3
- University of Hertfordshire, 2007a.** The BPDB Bio-Pesticides Database. <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/bpdb/index.htm>
- University of Hertfordshire, 2007b.** The PPDB Pesticide Properties Database. <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/index.htm>
- Zida I., Nacro S., Dabiré R., Moquet L., Delatte H. et Somda I. 2020.** Host range and species diversity of Tephritidae of three plant formations in Western Burkina Faso. *Bulletin of Entomological Research* 1–11. <https://doi.org/10.1017/S0007485320000243>