

AFPP – DIXIÈME CONFÉRENCE INTERNATIONALE SUR LES RAVAGEURS EN AGRICULTURE  
MONTPELLIER – 22 ET 23 OCTOBRE 2014

COMPORTEMENT DES MARAÎCHERS FACE A L'INVASION DE *TETRANYCHUS EVANSI* BAKER &  
PRITCHARD AU SUD DU BENIN

G.-Y. AZANDEME-HOUNMALON<sup>1</sup>, H.-D. AFFOGNON<sup>2</sup>, F. ASSOGBA-KOMLAN<sup>3</sup>, M. TAMO<sup>4</sup>,  
K.-K.-M. FIABOE<sup>2</sup>, S. KREITER<sup>5</sup> AND T. MARTIN<sup>1,2</sup>

<sup>1,2</sup> Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement, UPR  
Hortsys, Avenue Agropolis, TA 178/04, 34398 Montpellier;

<sup>2</sup> International Centre of Insect Physiology and Ecology, P.O. BOX 30772 – 00100 Nairobi, Kenya

<sup>3</sup> Institut National de Recherche Agronomique du Bénin (INRAB), Cotonou, Bénin

<sup>4</sup> Institut International d'Agriculture Tropicale BP 08-0932, Cotonou, Bénin

<sup>5</sup> SupAgro, UMR CBGP, Montpellier, France

## RÉSUMÉ

*Tetranychus evansi*, a été identifié en 2008 comme la cause de sérieux dégâts observés sur les cultures maraichères au Bénin. Depuis, des pullulations fréquentes ont été observées sur tous les sites du littoral. L'objectif de cette étude a été de caractériser le comportement des maraîchers face aux pullulations de ce ravageur sur l'amarante *Amaranthus cruentus* L., le gboma *Solanum macrocarpon* L. et la tomate *Solanum lycopersicum* L. Une enquête a été réalisée en janvier 2013 auprès de 150 maraîchers à Sèmè-kpodji, Grand-Popo et Ouidah. *T. evansi* a causé des pertes de récolte évaluées à 65% sur le gboma, 56% sur la tomate et 25% sur l'amarante. Les maraîchers ont tous adopté la lutte chimique pour lutte contre *T. evansi*. Ainsi les cultures d'amarante, de gboma et de tomate ont été traitées en moyenne 3, 6 et 12 fois par mois. Les pyréthrinoides (54%) et les organophosphorés (25%) ont été les plus utilisés mais sans aucune efficacité d'après les maraîchers.

Mots-clés : *Tetranychus evansi*, tomate, gboma, amarante, pesticide.

## ABSTRACT

### FARMERS BEHAVIOR AGAINST THE INVASIVE RED SPIDER MITE *TETRANYCHUS EVANSI* BAKER & PRITCHARD IN SOUTHERN BENIN

In 2008, *Tetranychus evansi* was identified as the cause of serious damage on vegetable crops in Benin. Then frequent outbreaks were regularly observed in all vegetable production fields in southern Benin. The objective of this study was to characterize the behavior of farmers to fight this pest and its impact on amaranth *Amaranthus cruentus* L., gboma *Solanum macrocarpon* L. and tomato *Solanum lycopersicum* L.. A survey was carried out in January 2013 among 150 farmers in three areas: Sèmè-kpodji, Grand-Popo and Ouidah. *T. evansi* was the main pest causing losses estimated at 65% for gboma, 56% for tomato and 25% for amaranth. To protect their crops, vegetable growers used various chemicals that, on average, were applied 3 times on amaranth, 9 times on gboma and 12 times on tomato per month. The most frequently used were pyrethrinoids (54%) and organophosphorus (25%) but without any efficiency according to the farmers.

Keywords: *T. evansi*, tomato, gboma, amaranth, pesticide.

## INTRODUCTION

Au Bénin, le maraîchage est en pleine croissance du fait de la demande urbaine. Cette activité contribue à améliorer les conditions de vie des producteurs car c'est une source importante de revenus (Amoussougbo, 1993). Les cultures maraîchères sont produites dans toutes les régions du Bénin mais surtout au Sud (Adorgloh-Hessou, 2006). Les légumes feuilles comme l'amarante ou "fotètè" *Amaranthus cruentus* et la morelle *Solanum macrocarpon* ou gboma (en langue fon), sont les plus consommés au Bénin devant la tomate *Solanum lycopersicum* L. et les autres légumes exotiques (Assogba-Komlan *et al*, 2007). Cependant, ces cultures et en particulier les tomates sont fréquemment attaquées par des ravageurs et de nombreux agents pathogènes (Schippers, 2004 ; Sikirou *et al*, 2001). Jusqu'à très récemment, les principaux acariens phytophages signalés sur ces cultures étaient *Tetranychus urticae* Koch, *T. ludeni* Zacher et le tarsonème *Polyphagotarsonemus latus* Banks (Adango *et al*, 2007, Martin *et al*, 2010). En 2008, des pullulations de *Tetranychus evansi* Baker et Pritchard ont été observées sur tomate et aubergine au Bénin sur le périmètre de Sèmè-kpodji (Martin, communication personnelle). Depuis, des pullulations de plus en plus fréquentes de cet acarien ont été observées comme la cause de dégâts sévères sur la tomate et le gboma.

*T. evansi* est une espèce très prolifique originaire du Brésil (Ferragut et Escudero, 1999; Migeon, 2005). Ses dégâts ont été constatés sur un grand nombre de plantes de la famille des Solanacées (Ferragut et Escudero, 1999; Saunyama et Knapp, 2003; Migeon *et al*, 2008). Parmi les ravageurs de première importance des cultures maraîchères, *T. evansi* est aujourd'hui un ravageur majeur au Bénin devant la noctuelle de la tomate *Helicoverpa armigera* et l'aleurode *Bemisia tabaci*. Ce ravageur a une capacité de reproduction très élevée et un comportement plus grégaire que *T. urticae*; la plante infestée initialement est complètement détruite avant la migration des individus par le phénomène de ballooning (Azandémè-Hounmalon *et al*, 2014).

L'objectif de la présente étude a été d'évaluer l'importance de ce nouveau ravageur pour les petits producteurs et son impact sur la production de la grande morelle (gboma), l'amarante et la tomate. Il est également recherché à caractériser les pratiques des maraîchers pour lutter contre ces pullulations de l'acarien *Tetranychus evansi*.

## MATERIEL ET METHODE

### Sites d'étude et Enquête

L'étude a été conduite au sud du Bénin en janvier 2013 sur trois sites: Sèmè-Kpodji, Pahou et Grand-Popo (Figure 1). La commune de Sèmè-Podji est située dans le département de l'Ouémé et couvre une superficie de 250 km<sup>2</sup>. La commune de Grand-Popo est située au sud-ouest du département de Mono couvrant une superficie de 289 km<sup>2</sup>. Elle s'étend sur une longueur de 20 km le long de la ligne côtière entre Grand-Popo et Hilacondji. L'arrondissement de Pahou est situé au sud du Bénin entre la grande ville Cotonou et la ville de Ouidah. La région du sud Bénin bénéficie d'un climat bimodal à deux saisons de pluies et à deux saisons sèches. Les valeurs maximales des températures dans la zone d'étude varient entre 28 et 33°C. L'humidité relative mensuelle varie entre 75 et 90 %. Les trois zones enquêtées ont été retenues sur la base du niveau de production en légumes et les recherches documentaires sur les systèmes maraîchers au Sud-Bénin (Assogba Komlan *et al*, 2001; PADAP 2003; Assogba Komlan *et al*, 2007). L'enquête a été effectuée auprès de 150 producteurs (une cinquantaine par zone), sélectionnés de façon aléatoire sur les différents sites et qui cultivent prioritairement la tomate, le gboma et l'amarante. Après avoir obtenu des informations sur la situation sociale des producteurs, ils ont été interrogés sur la production de ces trois cultures au cours de l'année 2012 à l'aide d'un questionnaire semi-structuré. L'enquête a surtout été ciblée sur la connaissance de *T. evansi* par les maraîchers, ses dégâts sur les cultures, les stratégies de lutte et les différents produits chimiques utilisés. Un total de 45 échantillons d'acariens a été également prélevé sur toutes les cultures et conservé dans de l'alcool à 70% pour identification. Pour les données d'enquête,

l'analyse descriptive a été utilisée pour le calcul des moyennes, des écart-types et des pourcentages. Le pourcentage de la production perdu a été analysé avec une analyse de variance suivi du test de comparaison de moyenne (Bonferroni test et t-test) au seuil de 5% a été effectuée en utilisant STATA version 12 (StataCorp 2011).

## RESULTATS

### Caractéristiques socio-économiques des maraîchers

Le maraîchage constitue la principale activité pour la majorité des producteurs (99 %) de l'ensemble des trois zones maraîchères (Tableau I). En moyenne les maraîchers sont âgés de 37 ans: 18 ans pour le plus jeune et 71 ans pour le plus vieux. La majorité des maraîchers sont relativement jeunes, car 73% de l'échantillon appartient à la tranche d'âge de 25 à 50 ans (Tableau II). Cette forte proportion de jeunes impliqués dans le maraîchage s'expliquerait en partie par la crise de chômage que traverse le pays ces dernières années. C'est une activité traditionnellement beaucoup plus masculine (84%) que féminine (16%) (Tableau I). Ces observations confirment également les résultats de Hounkpotodé et Tossou (2001) qui ont montré que la production maraîchère est principalement l'occupation des jeunes hommes sans emplois ou à bas salaires, pour qui l'activité maraîchère constitue un appoint non négligeable pour le revenu et l'alimentation. Néanmoins, une proportion non négligeable (10%) était constituée essentiellement de vieux maraîchers et de fonctionnaires retraités (Tableau I). Les adolescents rencontrés (17%) étaient pour la plupart des collégiens et des ouvriers agricoles (Tableau I). La majorité des maraîchers (84%) sont instruits et sont capables de lire et d'écrire. Parmi eux, 48% avaient un niveau d'études secondaires (9 – 13 ans d'études), 33% avaient un niveau d'études primaires (1 – 6 ans d'études), 3% seulement avaient atteint le niveau universitaire (14 – 17 ans d'études) et 16% des maraîchers n'avaient pas reçu d'éducation formelle (Tableau I).

### Légumes produits

*Solanum macrocarpum* (morelle ou "gboma" en fongbé) et *Amaranthus cruentus* (amarante ou "fotètè") sont les deux légumes feuilles identifiés comme étant les plus cultivés dans la région sud du Bénin. Ces légumes feuilles sont produits respectivement par 100% et 94% des producteurs enquêtés (Tableau II). En considérant l'ensemble des exploitations maraîchères enquêtées, les superficies moyennes emblavées par maraîcher étaient de 4128 m<sup>2</sup>, 724 m<sup>2</sup> et 406 m<sup>2</sup> pour la tomate, le gboma, et l'amarante respectivement.

### Faune d'acariens

Les échantillons d'acariens collectés sur le terrain ont été montés entre lame et lamelle et identifiés. L'identification a été faite au Centre Biologique de Gestion des Populations, Montpellier, France. La quasi-totalité des individus observée appartenait à l'espèce *T. evansi* de la famille des Tetranychidae. Un individu de l'espèce *T. lombardinii* (sensu Meyer) appartenant aussi à la famille des Tetranychidae a été identifié sur l'amarante.

### Perception des maraîchers de *T. evansi*

*T. evansi* appelé aussi acarien rouge ne possède pas un nom local pour 91% des maraîchers (Tableau III). Les premiers dégâts de *T. evansi* ont été observés à partir de l'année 2008 (Martin, communication personnelle) et ont augmenté chaque année jusqu'en 2012. La majorité (95%) des maraîchers a affirmé être capable d'identifier et de reconnaître les dégâts de *T. evansi* (Tableau III). Plus de 90% des maraîchers ont affirmé avoir observé les dégâts de *T. evansi* sur leurs cultures (Tableau III). Le tableau IV montre les réponses des maraîchers sur la sévérité des dégâts causés par

*T. evansi*. Les dégâts de *T. evansi* ont été qualifiés de très sérieux par 100% des maraîchers de Sèmè-kpodji, 97% à Pahou et 78% à Grand-Popo. Selon ces maraîchers, les dégâts peuvent atteindre le niveau 5 en moins d'une semaine en considérant la classification de Hussey et Scopes (1985). Le niveau 5 des dégâts est observé lorsque les cellules du parenchyme foliaire sont détruites par les piqûres nutritionnelles des acariens qui provoquent la chute des feuilles et consécutivement une réduction de la productivité (Flechtmann et Knihinicki, 2002). La quasi-totalité des maraîchers (91%) ont affirmé que les dégâts de *T. evansi* augmentent en ampleur chaque année et sont surtout importants en saison sèche (Tableau IV). Les maraîchers ont aussi affirmé que *T. evansi* pouvait détruire tout le champ en moins d'une semaine si aucune précaution phytosanitaire n'était prise dès les premiers jours de son apparition. Ainsi, les pertes de production, au dire des maraîchers, pourraient être évaluées respectivement à 65%, 56% et 25% sur le gboma, la tomate et l'amarante (Tableau V) au cours de la saison de production 2012. Les plus fortes infestations ont été enregistrées sur le gboma et la tomate ce qui montre le véritable défi que représente *T. evansi* pour les maraîchers.

### **Stratégie de lutte**

Tous les producteurs enquêtés ont affirmé avoir utilisé des pesticides chimiques pour contrôler *T. evansi*. Dix-huit formulations insecticides utilisées ont ainsi été identifiées (Tableau VI). Les plus fréquentes appartenaient à la famille des pyréthroides (54%) généralement associés avec un organophosphoré (25%). Ces formulations binaires sont recommandées et homologuées pour lutter contre les ravageurs du coton mais pas pour protéger les cultures maraîchères. Ainsi un nombre important (65%) des maraîchers a utilisé des insecticides coton comme le COTALM P (lambdacyalonithrine + profénofos), à des doses qui variaient d'un producteur à un autre. Certains ont utilisé de fortes doses dans l'intention d'avoir une meilleure efficacité pour protéger leurs cultures. D'autres agriculteurs ont mélangé plusieurs formulations comme par exemple le COTALM P et le DECIS (deltaméthrine) sans aucun respect des doses recommandées. Le nombre de traitements réalisés a aussi été très variable selon les maraîchers. Pour certains, les traitements chimiques ont été effectués tous les trois jours sans attendre l'arrivée des acariens tandis que pour d'autres les traitements ont été réalisés quand les acariens étaient présents. Ainsi, l'amarante, le gboma et la tomate ont reçu respectivement en moyenne 3, 9 et 12 traitements par mois contre *T. evansi*. Mais malgré ces nombreux traitements, les dégâts de *T. evansi* étaient toujours observés sur les cultures au dire des maraîchers ce qui est normal car ces acariens étaient seulement irrités mais pas tués par l'effet de ces produits.

### **DISCUSSION**

Les résultats de l'enquête ont montré que le gboma, la tomate et l'amarante sont les légumes les plus cultivés sur les trois sites d'enquête. Ceci est principalement dû au fait qu'ils sont très consommés par la population béninoise et constituent aussi une source importante de revenus (Gerstl, 2001).

Cette étude a confirmé le caractère invasif de *T. evansi* dont les premiers dégâts observés à Sèmè-Kpodji en 2008 se sont depuis étendus sur tout le littoral avec une incidence très forte sur la production de tomate, d'amarante et surtout de gboma particulièrement en saison sèche. Cet acarien a été rapporté sur plus de 94 espèces végétales dont les Solanacées pour lesquelles il semblait avoir une certaine préférence (Migeon et Dorkeld, 2007). Les premiers dégâts de *T. evansi* sont matérialisés par quelques taches blanchâtres causées par les piqûres nutritionnelles qui détruisent les cellules du parenchyme foliaire. En cas de fortes attaques, ces piqûres provoquent la chute des feuilles et consécutivement réduit la productivité (Flechtmann et Knihinicki, 2002). De plus, *T. evansi* a un puissant pouvoir de multiplication avec une production dense de toiles qui entravent

rapidement le développement de la plante (Azandémè-Hounmalon *et al*, 2014). Des études antérieures avaient signalé *T. urticae*, *T. ludeni* et *P. latus* comme les plus importants acariens sur les légumes au Bénin (Adango, 2005; Adango *et al*, 2007; Martin *et al*, 2010). Mais dans les échantillons collectés, la majorité des espèces étaient des *T. evansi* sans aucun prédateur. Cela pourrait expliquer l'ampleur des dégâts causés par *T. evansi* dont les populations en l'absence de prédateur pour les réguler peuvent très rapidement pulluler. Vu les caractères invasifs et destructeurs de *T. evansi*, les maraîchers n'ont pas d'autre alternative que d'utiliser la lutte chimique avec les produits qu'ils trouvent sur le marché. Les résultats ont montré la forte dépendance des maraîchers à la lutte chimique dans la production des légumes. Dans une étude réalisée sur 10 périmètres maraîchers du sud Bénin (James *et al*, 2005) a montré que 90% de la production de *S. macrocarpon* étaient détruites par les acariens. Selon les mêmes auteurs, la fréquence d'application de pesticide sur cette culture était de une fois par semaine avec en moyenne 7 applications de deltaméthrine ou de bifenthrine. Les insecticides les plus utilisés étaient les pyréthrinoides et les organophosphorés modérément toxiques (classe II) pour l'homme et l'environnement recommandés pour la culture du coton et non pour le maraîchage (WHO 2005). Les mêmes observations avaient été déjà faites par Ahouangninou *et al* (2011) qui ont montré que les insecticides les plus utilisés étaient les pyréthrinoides généralement associés à un composé organophosphoré recommandé en culture cotonnière. Ces pratiques phytosanitaires pourraient aussi expliquer l'absence totale de prédateurs dans les échantillons collectés. Les résultats confirment ceux de Adango *et al* (2006) qui n'avaient pas trouvé d'acariens prédateurs lors des collectes d'acariens sur *Solanum spp* et *Amaranthus spp* opérées dans les périmètres maraîchers du sud du Bénin en particulier à Togba. Par contre ils en avaient trouvé sur les parcelles non traitées de l'IITA (Institut international d'agriculture tropicale) à Abomey Calavi.

Du fait de ces pratiques phytosanitaires il se pose un véritable problème de santé publique. Des résidus de pesticides ont été décelés dans différentes espèces de poisson dans le fleuve Ouémé au Bénin (Pazou *et al*, 2006). Ahouangninou *et al*, (2012) dans leur étude sur les pratiques phytosanitaires des maraîchers du Sud Bénin ont montré des Indices élevés de Risque pour l'Environnement (IRE) et la santé (IRS) avec l'utilisation fréquente du carbofuran, du chlorpyrifos éthyle et de l'endosulfan. Pour pallier à ces problèmes de santé publique, il devient urgent d'apporter à ces petits producteurs une solution immédiate pour lutter contre ce ravageur. Des études antérieures avaient montré l'efficacité de certains acaricides comme KELTHANE, OMITE, MILBEMECTINE, CYENOPYRAFENE qui pourraient être recommandés aux maraîchers (Bugeme *et al*, 2014; Toroitich *et al*, 2014). Cependant, les producteurs devront être sensibilisés sur les stratégies de rotation et d'alternance de ces acaricides pour réduire le risque de sélectionner des populations résistantes. Il revient à l'organisme de protection des végétaux du Bénin d'homologuer rapidement ces produits et de faciliter leur libre commercialisation. Une autre solution à moyen terme est l'utilisation du biopesticide à base d'entomopathogène *Metarhizium anisopliae* Metsch comme méthode de lutte alternative contre ce ravageur (Bugeme *et al*, 2008). A long terme, on pourrait aussi envisager l'introduction du prédateur *Phytoseiulus longipes* Evans pour la lutte biologique contre ce ravageur (Ferrero *et al*, 2011). Le développement des stratégies IPM combinant l'entomopathogène *M. anisopliae* et le prédateur *P. longipes* (Azandémè-Hounmalon *et al*, en préparation) ou encore la combinaison des filets imprégnés d'acaricide et de lâcher de prédateur *P. Longipes* (Martin *et al*, 2010; Kungu *et al*, en préparation) pourraient également aider les maraîchers à lutter contre ce fléau.

## CONCLUSION

L'étude a montré l'importance des dégâts provoqués par les pullulations de l'acarien *T evansi* sur les cultures de gboma, d'amarante et de tomate qui sont consommées régulièrement par la population locale. Ces pullulations récentes se sont généralisées à toutes les zones maraîchères du littoral. Elles sont particulièrement importantes en saison sèche mais elles sont également observées en saison

des pluies. Face à cela les maraîchers sont complètement démunis. Ils se retrouvent contraints à utiliser les formulations insecticides qu'ils trouvent sur le marché mais celles-ci se sont avérées inefficaces pour contrôler ce ravageur. Compte tenu de la toxicité des pesticides et des doses utilisées mais aussi des fréquences de traitements, des risques graves d'intoxication humaine sont à craindre que ce soit directement ou indirectement par la pollution de l'environnement.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient l'ICIPE et l'IITA grâce à qui cette étude a été réalisée. Les auteurs remercient également Philippe Auger pour son assistance dans l'identification des espèces.

## REFERENCES

Adango E., 2005 - Inventaire de la faune des acariens sur *Amaranthus cruentus* L. (Amaranthaceae), *Solanum macrocarpon* L. et *Solanum aethiopicum* L. (Solanaceae) dans le sud Bénin. Mémoire de DEA, Université d'Abomey-Calavi, Bénin.

Adango E., Onzo A., Hanna R., Atachi P., James B., 2006 - Inventaire de la faune des acariens sur *Amaranthus cruentus* (Amaranthaceae), *Solanum macrocarpon* et *Solanum aethiopicum* (Solanaceae) dans le Sud Bénin. *International Journal of Tropical Insect Science* Vol. 26, 3, 155–165, doi: 10.1079/IJT2006115 (ICIPE 2006).

Adango E., Onzo A., Hanna R., Atachi P., James B., 2007 - Mite Pests of Major Importance on Indigenous Leafy Vegetables in Benin: the Search for Appropriate Control Strategies. *Acta Horticulturae* 752, 311-318.

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*, 20, 216-22.

Ahouangninou C.A., Martin T., Edorh P., Siddick I.A., Bio-Bangana S., Dion S., Onil S., St-Laurent L., Boko M., Simon S., Fayomi B.E. 2012 - Characterization of health and environmental risks of pesticide use in market-gardening in the rural city of Tori-Bossito in Benin, West Africa. *J Environ Prot.* doi:10.4236/jep.2012.33030.

Adorgloh-Hessou, R. (2006) *Guide pour le développement de l'entreprise de production et de commercialisation de légumes de qualité dans les régions urbaines et périurbaines du Sud-Bénin*. Rapport de consultation, IITA - Bénin, 86p.

Amoussougbo Y., 1993 - Enquête sur l'usage des pesticides en cultures maraîchères dans le Sud-Bénin et expérimentation de trois nématicides dans la lutte contre les nématodes à galles. *Thèse d'Ingénieur Agronome, Faculté des Sciences Agronomiques, UNB-Bénin*.

Assogba-Komlan F., Singbo A., Ahlé V., Azagba J., 2001 - Résultats préliminaires sur la valorisation de quelques déchets agro-industriels en maraîchage, Cas de la ville de Cotonou. In : *Actes de l'Atelier Scientifique 2, Programme Régional Sud-Centre du Bénin*, 2001: 16-26.

Assogba-Komlan F., Anihouvi P., Achigan E., Sikirou R., Boko A., Adje C., Ahle V., Vodouhe R., Assa A., - 2007. Pratiques culturales et teneur en éléments antinutritionnels (nitrates et pesticides) du *Solanum macrocarpum* au Sud du Bénin. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development* 7, 1-21.

Azandémè-Hounmalon G.Y., Fellous S., Kreiter S., Fiaboe K.K.M., Subramanian S., Kungu M., Martin T., 2014 - Dispersal Behavior of *Tetranychus evansi* and *T. urticae* on tomato at several Spatial scales and densities: implications for integrated Pest Management. *PLoSOne* 9, 4, e95071. doi:10.1371/journal.pone.0095071.

Bugeme D.M., Maniania N.K., Knapp M., Boga H.I., 2008 - Effect of temperature on virulence of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* isolates to *Tetranychus evansi*. *Experimental and Applied Acarology*, 46, 275-285.

Bugeme D.M., Knapp M., Ekesi S., Chabi-Olaye A., Boga H.I., Maniania N.K. 2014 - Efficacy of *Metarhizium anisopliae* in controlling the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* on common bean in greenhouse and field experiments. *Insect science* doi: 10.1111/1744-7917.12111.

Ferragut F., Escudero, L.A., 1999 - *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard (Acari: Tetranychidae), una nueva araña roja en los cultivos hortícolas españoles. *Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas* 25, 2, 157-164.

Ferrero M., Calvo F.J., Atuahya T., Tixier M-S., Kreiter S., 2011 - Biological control of *Tetranychus evansi* Baker and Pritchard and *Tetranychus urticae* Koch by *Phytoseiulus longipes* Evans in tomato greenhouses in Spain (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae). - *Biol. Control* 58: 30-35.

Flechtmann C.H.W., Knihinicki D.K., 2002 - New species and new records of *Tetranychus* Dufour from Australia, with a key to the major groups in this genus based on females (Acari: Prostigmata: Tetranychidae). *Australian Journal of Entomology* 41, 118-127.

Gerstl S., 2001 - The economic costs and impact of home gardening in Ouagadougou, Burkina Faso's capital. Thesis, University of Basel, Germany, [http://pages.unibas.ch/diss/2001/DissB\\_5806.pdf](http://pages.unibas.ch/diss/2001/DissB_5806.pdf). date d'accès: 17 juin 2014.

Houngpodoté M.R., Tossou C.C., 2001 - Profil des interactions entre la problématique foncière et le développement de l'agriculture urbaine dans la ville de Cotonou et environs. Cotonou, Bénin, *Chambre d'Agriculture du Bénin*, rapport. 81 p.

Hussey N.W., Scopes, N.E.A., 1985 – Damage and control. Greenhouse vegetables (Britain). In: *Spider mites. Their biology, natural enemies and control*. Vol. 1B, Ed. (Melle, M. and Sabelis, M.W., Eds). Elsevier, Amsterdam, 285-97.

James B., Atcha C., Godonou I., Baimey H., June 2005 - Healthy Vegetables Through Participatory IPM in Peri-urban Areas of Benin. *Technical Report*. IITA, 49 pp.

Kanda, M., 2011 - Agriculture Maraîchère au Togo: Analyse Systémique et Environnementale, Thèse doctorat, Université de Lomé, Togo, 153 p.

Martin T., Assogba-Komlan F., Sidick I., Ahle V., Chandre F., 2010 - An acaricide-treated net to control phytophagous mites. *Crop Protection* 29, 470–475.

Migeon A., 2005 - Un nouvel acarien ravageur en France : *Tetranychus evansi* Baker et Pritchard. *Phytoma – La défense des végétaux* 579, 38-43.

Migeon A., Dorkeld F., 2007 - Spider Mites Web: a comprehensive database for the Tetranychidae. [www.montpellier.inra.fr/CBGP/spmweb](http://www.montpellier.inra.fr/CBGP/spmweb).

Migeon A., Ferragut F., Knapp M., Escudero-Colomar L.A., Fiaboe K.K.M., Moraes G.J., de Ueckermann E., Navajas M., 2008 - Potential distribution of the invasive mite *Tetranychus evansi*

(Tetranychidae) in the mediterranean region. Integrative acarology. *Proceedings of the 6th EURAAC*, 21-25th July, Montpellier, France: 155-162.

PADAP 2003 - Diagnostic, Demande, Offre et marchés, Systèmes de production. In Rapport définitif Etude de faisabilité, *Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche (MAEP)*, Bénin. Tome 2. 158 p.

Pazou E.Y.A., Laleye P., Boko M., Van Gestel C.A.M., Ahissou H., Akpona S., van Hattum B., Swart K., van Straalen N.M., 2006 - Contamination of fish by organochlorine pesticide residues in the Ouémé river catchment in the Republic of Bénin. *Environment International* 32, 594-9.

Saunyama I.G.M., Knapp M., 2003 - Effect of pruning and trellising of tomatoes on red spider mite incidence and crop yield in Zimbabwe. *African Crop Science Journal* 11, 4, 269-7.

Schippers R.R., 2004 - Légumes Africains Indigènes: *présentation des espèces cultivées*. Margraf.

Sikirou R., Afouda L., Zannou A., Gbèhounou G., Komlan G.H., 2001 - Diagnostic des problèmes phytosanitaires des cultures maraîchères (oignon, tomate, piment et gombo) dans la région Sud-centre du Bénin. *2ème Atelier Scientifique Sud-Centre du Bénin*. Institut National des Recherches Agricoles du Bénin, p. 21.

StataCorp, 2011. *Stata Statistical Software: Release 12*. College Station, TX: StataCorp LP.

Toroitich F.J., Knapp M., Nderitu J.H., Olubayo F.M., Obonyo M.? 2014 - Susceptibility of geographically isolated populations of the Tomato red spider mite (*Tetranychus evansi* Baker & Pritchard) to commonly used acaricides on tomato crops in Kenya. *Journal of Entomological and Acarological Research*, 46, 18-25.

World Health Organization 2005 - The WHO recommended classification of pesticides by hazard and guidelines to classification: 2004 p. 56.

Tableau I: Caractéristiques socio-économiques des maraîchers

Table I: Socio-economic characteristics of farmers

Variables	Description	Fréquence	Pourcentage	Cumulé
Sex ratio	Mâle	126	84	84
	Femelle	24	16	100
Tranches d'âge	Adolescents 0 - 25 ans	25	17	17
	Jeunes 25 - 50 ans	109	73	90
	Agés > 50 ans	16	10	100
Niveau d'éducation	Pas d'éducation	24	16	16
	Primaire	50	33	49
	Secondaire	72	48	97
	Université	4	3	100



Tableau II: Production du gboma, de la tomate et de l'amarante par les agriculteurs  
 Table II: Production of gboma, tomato and amaranth by farmers

Variables	Grand-popo (n = 50) %	Pahou (n = 50) %	Sèmè-kpodji (n = 50) %	Moyenne (%)	Total (m <sup>2</sup> )
Gboma	100	100	100	100	724
Tomate	96	92	98	95	4128
Amarante	0	94	94	94	406

n = 50 maraîchers enquêtés par site

Tableau III: Perception des maraîchers sur *T. evansi*  
 Table III: Farmers perceptions on *T. evansi*

Variables	Description	Fréquence	Pourcentage	Cumulé
Nom local de l'acarien	Pas de nom local	133	91	91
	Yo	3	2	93
	Yê	1	1	94
	Akli	7	5	99
	Amina	1	1	99
	Videnge	1	1	100
Reconnaissance de <i>T. evansi</i>	Non	52	35	35
	Oui	98	65	100
Reconnaissance des dégâts	Non	7	5	5
	Oui	141	95	100
Dégâts subis une fois	Non	7	5	5
	Oui	140	95	100

Tableau IV: Gravité et évolution des dégâts de *T. evansi*  
 Table IV : Gravity and evolution of *T. evansi* damage

Variables	Description	Grand-popo (n = 50) %	Pahou (n = 50) %	Sèmè-kpodji (n = 50) %	Moyenne (%)
Gravité	Très sérieux	78	97	100	92
	Sérieux	6	3	0	3
	Moderé	6	0	0	2
	Pas sérieux	10	0	0	3
Evolution	Augmente	82	92	100	91
	Constant	8	4	0	4
	Décroit	10	4	0	5
Principales saisons	Saison pluvieuse	14	8	0	7
	Saison sèche	60	60	94	71
	Saisons sèche et pluvieuse	26	32	6	22

n = 50 maraîchers enquêtés par site

Tableau V: Pourcentage de production perdue par culture

Table V: Percentage of production lost per crop

Variables	Moyenne (SD)	Fréquence	df
Gboma	65 (18)a	150	98
Tomate	56 (25)b	150	149
Amarante	25 (19)c	100	98

df = degré de liberté ; SD = écart type

Tableau VI: Liste des insecticides utilisés par les maraîchers

Table VI: List of insecticides used by vegetable growers

Nom commercial	Fréq. (%)	Matières actives	Concentrations	Familles chimiques*	Classe
COTALM P 218EC	98 (65)	lambdacyhalothrine profénofos	18 g/L 200 g/L	PY OP	II
ALPHACAL P 318 EC	84 (56)	alphacypermethrine profénofos	18 g/L 200 g/L	PY OP	II
LAMBDA	41 (27)	lambdacyhalothrine		PY	II
CYPERCAL 50 EC	28 (19)	cyperméthrine	50 g/L	PY	II
PACHA 25 EC	26 (17)	acétamipride lambdacyhalothrine	10 g/L 15 g/L	NE PY	II
K-OPTIMAL	22 (15)	lamdacyhalothiine acétamiipride	15 g/L 10 g/L	PY NE	II
CYDIM C 50	18 (12)	cyperméthrine	50 g/L	PY	II
CAPT 88 EC	17 (11)	acétamipride cyperméthrine	16 g/L 72 g/L	NE PY	II
COTOFAN 350 EC	9 (6)	endosulfan	350 g/L	CY/OC	
DECIS 15 EC	7 (5)	lambdacyhalothrine profénofos	18 g/L 200 g/L	PY OP	II
CYPER D	3 (2)	cypermethrine	10 g/L	PY	II
DIMEX 400 EC	3 (2)	dimethoate	400 g/L	PY	II
SUNPYRIFOS 48% EC	3 (2)	chlpyrifos-ethyl		OP	II
DURSBAN	3 (2)	chlpyrifos-ethyl	300 g/L	OP	II
CYPADEM	2 (1)	cyperméthrine dimethoate	36/L 400g/L	PY PY	II
ORTHEN 50 SP	2 (1)	acephate	500 g/Kg	OP	III

Fréq : fréquence ; \*PY: pyrethrinoidé ; OP: organophosphoré; NE: neonicotinoïde; CY : cyclodiène ; OC : organochloré ; Class II: Modérément toxique; Class III: Légèrement toxique (WHO, 2004)

Figure 1: Localisation et distribution des périmètres maraîchers

Localisation and distribution of vegetables areas

