

INFLUENCE DE L'INDUCTION DES COMPOSES VOLATILES DES CULTURES ASSOCIEES DANS LA GESTION DES RAVAGEURS : CAS DE LA TOMATE ET DU CHOU

LAYA KANSAYE^{1*}, kansayel@gmail.com

AMADOU K. COULIBALY^{1*},

ALY SANGARE¹,

ALOU KONE², akonotie@yahoo.fr

¹ Laboratoire de Biologie des Arthropodes et de Lutte Intégrée IPR/IFRA de Katibougou

² Externe du Laboratoire

*Auteurs correspondants

Résumé

Les interactions multiples entre les insectes et les plantes sont régies par des molécules chimiques émises par les plantes. L'étude portant sur l'influence de l'induction des composés volatiles dans la gestion des ravageurs dans le système de cultures associées tomate-chou a été menée dans le potager de l'IPR/IFRA de Katibougou pour contribuer à l'amélioration de la production de tomate. Le dispositif expérimental est un bloc de Fisher randomisé avec trois répétitions. Les résultats obtenus montrent que s'agissant des mesures agronomiques, les traitements des cultures pures ont donné les meilleurs résultats. Les ravageurs majeurs ont été *Bemisia*, *Helicoverpa*, et les chrysomèles. *Nesidiocoris* sp. a été le seul entomophage majeur enregistré et leurs populations n'ont pas varié en fonction du système cultural (18 individus par plant pour la culture pure contre 20 pour la culture associée). S'agissant des rendements, la tomate associée s'est montrée plus productive avec un rendement moyen de 39t/ha contre 36 T/ha pour la culture pure. L'association tomate-chou offre un avantage productif à la tomate avec un coefficient de rendement équivalent « LER » de 1,44.

Mots-clés : Association tomate-chou, ravageurs, Katibougou, Mali.

Abstract

Chemical molecules emitted by plants govern multiple interactions between insects and plants. The study carrying on the influence of induction of volatile compounds in pest management of tomato-cabbage association was been led in the vegetable garden of IPR / IFRA of Katibougou to contribute to the improvement of tomato production. The experimental device is a randomized block of Fisher with three repetitions. Concerning the agronomic parameters, the best result was been found on the treatments of pure culture. The main pests were *Bemisia*, *Helicoverpa* and rootworm insect. *Nesidiocoris* sp has been the main entomophage insect. Their populations did not vary according to the cropping system (18 individuals per plant for the pure culture against 20 for the associated crop were found). About the yield, the associated tomato appeared more productive with an average yield of 39t/ha against 36 T/ha for the pure culture. With a land equivalent ration (LER) of 1.44, the tomato-cabbage combination offers a productive advantage to the tomato.

Keywords : Tomato-cabbage association, pests, Katibougou, Mali.

1. Introduction

Les cultures maraichères jouent un rôle primordial dans la plupart des programmes de nutrition, de lutte contre la pauvreté et contribuent significativement aux revenus des familles (James et al. 2010 ; Yolou et al. 2015). Cependant, la production de légumes est limitée par de multiples contraintes abiotiques et biotiques qui affectent les rendements. Pour le contrôle des principaux nuisibles des cultures légumières, les producteurs utilisent de quantités non négligeables de pesticides chimiques de synthèse.

Aujourd'hui, il est incontestable que l'usage des pesticides chimiques de synthèse comportent des risques qui deviennent importants au cours de leur emploi intensif et répété. La quantité de matière active qui atteint les cibles demeure très faible et la plupart des chercheurs l'évaluent à moins de 0,3%, ce qui veut dire que 99,7% des substances déversées s'en vont « ailleurs » (Pimentel, 1995).

Ainsi la lutte chimique expose inévitablement les organismes non-cibles, dont l'homme. Des effets secondaires indésirables peuvent se manifester sur des espèces, des communautés ou des écosystèmes entiers. En vue de maintenir une productivité élevée des agroécosystèmes, de la stabiliser tout en minimisant les impacts négatifs sur l'environnement, il est nécessaire de recourir aux alternatives aux intrants chimiques pour cheminer désormais vers une « intensification écologique » des agroécosystèmes, pour une meilleure efficacité d'utilisation des ressources des sols et une meilleure gestion des nuisibles des cultures. Les associations des cultures qui avaient progressivement disparu avec l'intensification des agroécosystèmes au profit de systèmes fondés sur des peuplements cultivés monospécifiques (Bedoussac et al. 2012) sont promises à un nouveau départ grâce à l'agriculture biologique compte tenu de leurs intérêts en termes de fertilisation azotée et de lutte contre les maladies, les ravageurs ou les adventices et la préservation de l'environnement et de la biodiversité. Selon Andow (1991), la présence dans la parcelle d'une seconde espèce cultivée a un impact potentiellement important mais très variable sur l'abondance des populations de ravageurs et les dégâts occasionnés.

2. Matériel et méthodes

2.1 Matériel

Le matériel est composé essentiellement de la variété de tomate (F1-Mongal), la variété de chou (marché de Copenhague), les extraits à base de plantes pesticides (résidus de quinoa, la poudre de graine de neem et des formulations aqueuses de base de *Azadirachta indica* (neem), de *Cassia nigricans*, de *Calotropis procera*, de *Leptadenia hastata* et l'huile de *Carapa procera* (Koby).

2.2 Méthodes

2.2.1 Localisation du site d'expérimentation

L'essai a été conduit en plein champ au potager de l'IPR/IFRA de Katibougou sur une parcelle à précédent cultural Quinoa (*Chenopodium quinoa*). Le sol est de type ferrugineux tropical lessivé à texture limoneuse qui se caractérise par une faible teneur en éléments nutritifs avec 0,47% de matière organique, 0,027% d'azote total (Willey, 1979).

2.2.2 Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental utilisé est le bloc de Fisher randomisé avec 3 répétitions. Chaque bloc est constitué de 3 parcelles élémentaires de 6m² constituant chacun un traitement. Les parcelles élémentaires sont séparées les unes des autres par de allées de 0,5m. La superficie d'un bloc est de 18m² et la superficie totale de 70m². Les différents traitements ont été respectivement (TP : tomate pure, T/C : tomate +chou et CP : chou pur) (Figure 1). Le seul facteur étudié est le système de culture.

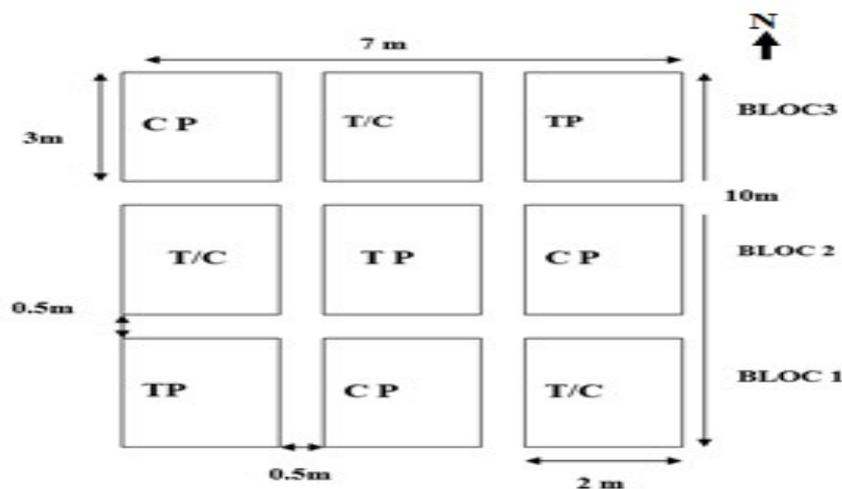


Figure 1. Plan de masse

Légende : TP : tomate pure ; T/C : tomate associée au chou et CP : chou pur

2.2.3 Conduite de l'essai

Après les travaux de nettoyage et de labour, les parcelles de l'essai ont bénéficié d'une fertilisation organique de 8T/ha et un apport de 400 Kg/ha de résidus de quinoa pour le contrôle des nuisibles telluriques. Ensuite, les plants de tomate et de choux ont été repiqués le 20 novembre 2016 aux écartements de 0,40m x 0,40m. pour les parcelles de culture associée, 4 lignes de tomate ont été séparées par une ligne centrale de la culture de service (chou). Pour les parcelles témoins (monocultures de tomate et de chou) les plants ont été repiqués au même écartements avec 5 lignes par parcelles élémentaires.

Les entretiens ont porté essentiellement sur l'irrigation qui se faisait tous les jours à l'arrosoir pendant la semaine de repiquage et par gravité au cours du reste du cycle des cultures. Le remplacement des plants manquants a eu lieu une semaine après le repiquage. Le premier sarclo-binage a été effectué le 13^e jours après le repiquage et les autres ont été fait à la demande selon le niveau d'enherbement. Le Tuteurage est une opération qui consistait à soutenir les pieds de tomate en les attachants sur les supports pour esquiver la verse et la pourriture des fruits.

Pour le contrôle des insectes deux traitements phytosanitaires ont été effectués à l'aide de la formulation biopesticide (*Azadirachta indica* + *Cassia nigricans* + *Calotropis procera* +

Leptadenia hastata + *Carapa procera*) fabriqué au Laboratoire de Biologie des Arthropodes et de Lutte Intégrée de l'IPR /IFRA à la dose de 2,5L/ha mélangées dans 10L d'eau (soit 200ml mélangé dans 800ml d'eau pour traiter 70m²), respectivement le 24 novembre 2016 et le 12 décembre 2016 avec un appareil de traitement de type ULV.

2.2.4 Mesures agronomiques et observations entomologiques

Les mesures agronomiques et les observations entomologiques ont portés sur deux carrés de d'observation par parcelle élémentaire. Au niveau des carrés d'observation des parcelles associées les mesures et observations ont portés sur 6 plants (marqués) en raison de quatre pieds de tomate et deux pieds de chou. Quant aux parcelles témoins, quatre plants (marqués) ont été retenus par carré d'observation pour la tomate et le chou. Les plants des deux lignes de bordure ont été épargnés pour limiter les effets de bordures. Les mesures des paramètres agronomiques ont été réalisées sur le diamètre au collet, le nombre de branches fructifères, le nombre de feuilles par plant, la taille des plants et l'évolution du nombre de fleurs pendant une semaine stade 50% de la floraison pour tomate, le nombre moyen de feuilles et le diamètre moyen au collet pour le chou au début de la pomaison.

Quant aux observations entomologiques, elles sont effectuées une fois par semaine le matin à partir de 7 heures. Les insectes rencontrés sont soit directement identifiés par simple observation à l'œil nu ou des échantillons sont prélevés sur les plants et mis dans des boîtes de Pétri pour être ensuite identifiés et déterminés au laboratoire. La détermination se faisait à l'aide des clés de détermination en se servant de la loupe binoculaire.

2.2.5 Calcul de la performance de l'association de cultures

La performance de l'association tomate chou a été estimée grâce au calcul du coefficient de rendement équivalent « LER » (Land Equivalent Ratio en anglais) qui est défini comme la surface relative nécessaire en cultures pures pour avoir la même production que l'association (Yaye, 2013). Le LER a été calculé à l'aide de l'équation suivante :

$$\text{LER} = \frac{\text{R. C1 associée}}{\text{R. C1 pure}} + \frac{\text{R. C 2 associée}}{\text{R. C2 pure}}$$

R. : Rendement, C1 : culture 1, C2 : culture 2

Lorsque le LER est supérieur à 1 cela signifie que l'association est meilleure que les cultures monospécifiques (complémentarité). Inversement, lorsque le LER est inférieur à 1, ce sont les cultures pures qui sont plus efficaces que les cultures associées (compétition, antagoniste).

3. Résultats

3.1 Impact de l'association sur les paramètres agronomiques de la tomate

Pour l'ensemble des paramètres agronomiques mesurés les plus grandes valeurs des paramètres ont été enregistrées au niveau des parcelles abritant les cultures pures de tomate ou de chou. Ainsi, pour le diamètre au collet des plants mesurés au stade 50% floraison les plants de tomate pure ont enregistré un diamètre moyen de 0,80cm contre 0,72 cm pour la culture associée (figure 2). Pour la taille moyenne des plants en culture pure, elles ont été en moyenne de 38,71 cm contre 34,45 cm pour les associations (figure 3).

Les branches fructifères ont été plus abondantes au niveau des plants des tomates en culture pure avec 14 rameaux contre 8 pour les associations (figures 4). S'agissant du nombre moyen des feuilles par plant, les cultures pures ont enregistré 27 feuilles contre 25 feuilles pour les associations (figure 5). L'évolution hebdomadaire des fleurs au cours du stade 50 % floraison a été également à l'avantage de la culture pure avec 18 fleurs épanouies contre 16 fleurs pour les plants de la culture associée (figure 6).

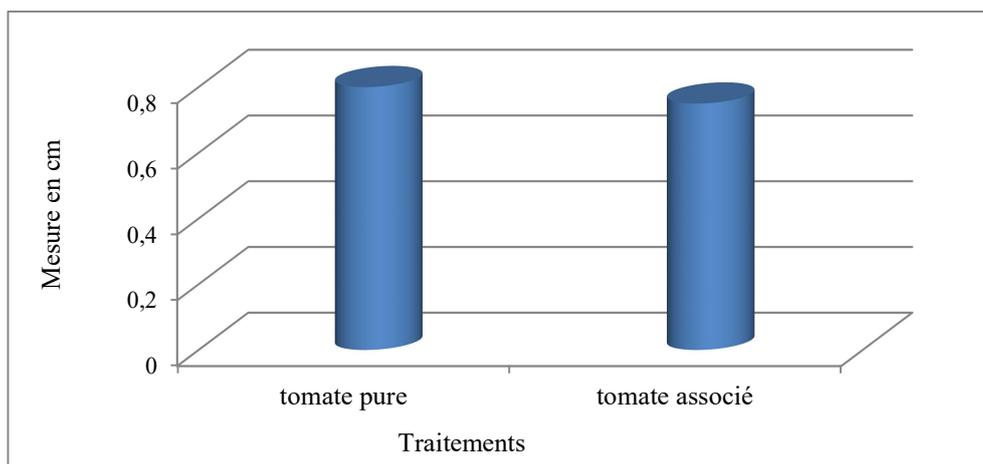


Figure 2. Diamètre moyen au collet des tomates à la floraison (50%)

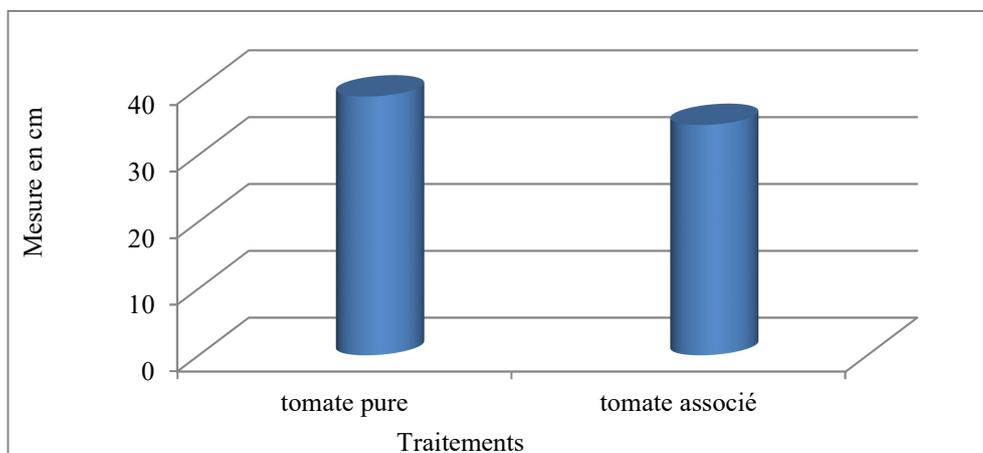


Figure 3. Taille moyenne des tomates à la floraison (50%)

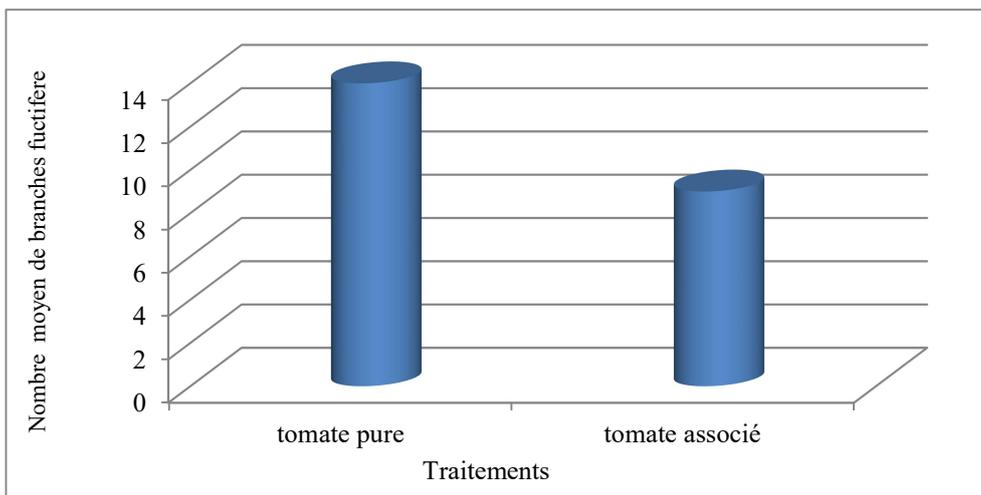


Figure 4. Nombre moyen de branche fructifère des tomates à la floraison (50%)

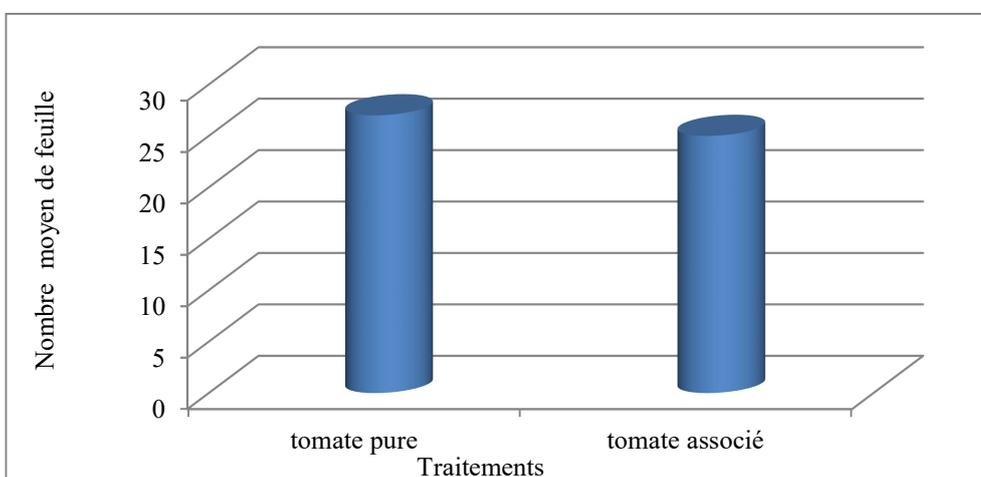


Figure 5. Nombre moyen de feuille de tomates à la floraison (50%)

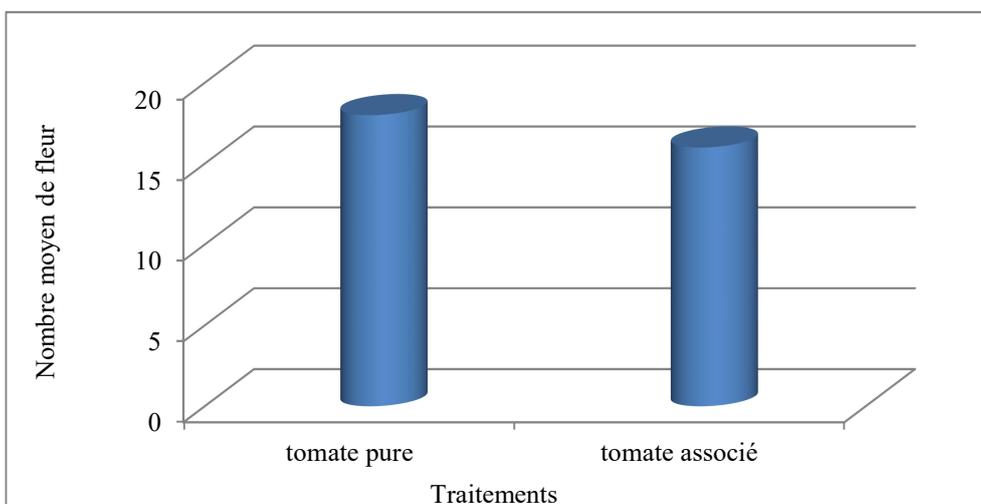


Figure 6. Nombre moyen de fleurs de tomate / plant au stade (50%) floraison

3.2 Impact de l'association sur les paramètres agronomiques du chou

La mesure du diamètre au collet des plants de chou en début de la formation des pommes, en fonction du système de culture révèle que les plants du traitement chou pur offrent le plus grand diamètre moyen au collet avec 1cm contre 0,8cm pour les chou associés (figure 7). En terme de nombre de feuille formées par plant, le chou associé enregistre un nombre moins élevé 11 feuilles contre 13 pour la culture pure (figure 8).

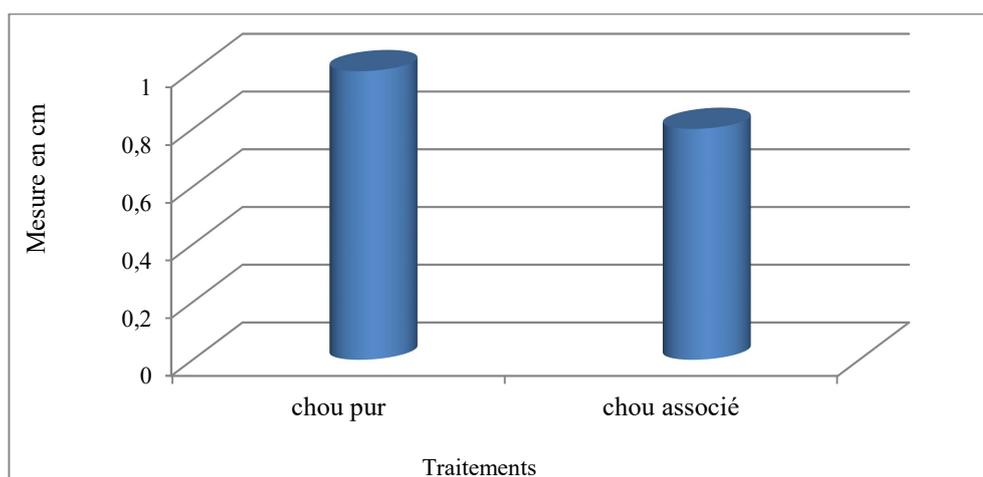


Figure 7. Diamètre au collet au début de la pomaison

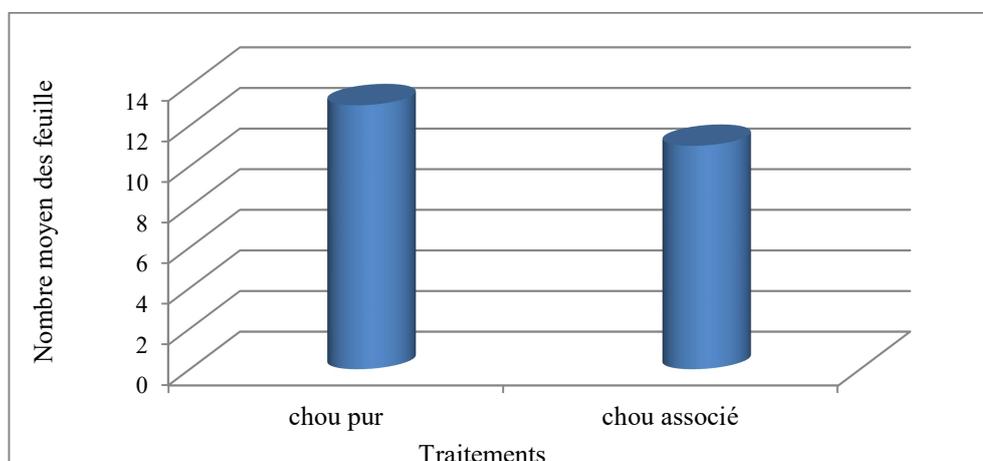


Figure 8: Nombre moyen de feuille au début de la pomaison

3.3 Impact de l'association (tomate-chou) sur l'évolution des populations de *Bemisia tabaci* et auxiliaire associé

Les courbes d'évolution des populations de mouches blanches sur les tomates montrent une régression progressive des populations de la première date d'observation (10/12/2016) au 7 janvier 2017 pour disparaître des parcelles à partir du 14 janvier jusqu'à la fin des observations au niveau des plants de l'association et de la culture pure. Leur densité a varié au niveau du traitement tomate pure entre 23 individus (10 décembre 2016) et 2 individus par

plant le 07/01/2017. Quant au traitement culture associée, cette densité a varié entre 10 et 3 individus/plant entre le 10 décembre 2016 et le 31 décembre 2016 (figure 9). La tomate pure avec un cumul de 62 individus/plant contre 28 pour l'association en 9 observations a été le traitement le plus visité par les mouches blanches.

Les populations de *Nesidiocoris* sp ont subi la même tendance d'évolution que leur proie au niveau des différentes parcelles. Leurs densités ont varié entre 10 et 0 individus/plant entre le 10 décembre 2016 et le 07 janvier 2017 pour les plants du traitement culture pure et 9 et 1 individus par plant pour la culture associée (figure 10). Les populations cumulées des 9 observations pour *Nesidiocoris* sp ont été respectivement de 18 individus/plant pour la culture pure de tomate et 20 pour la culture associée de tomate.

Outre *Bemisia tabaci*, *Helicoverpa armigera* a été observé au niveau des parcelles mais avec une population très réduite. Le nombre le plus élevé de *H. armigera* a été observé au niveau du traitement tomate pure à la date du 04 février 2017.

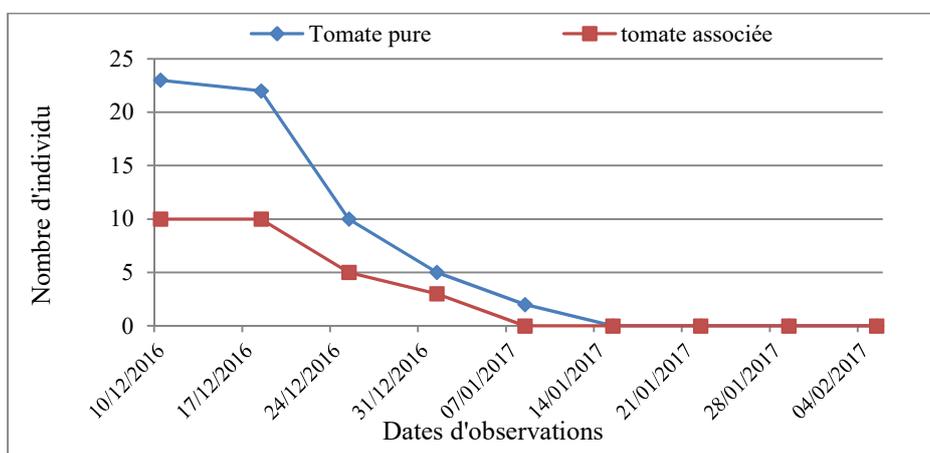


Figure 9. Evolution des populations de *Bemisia tabaci*

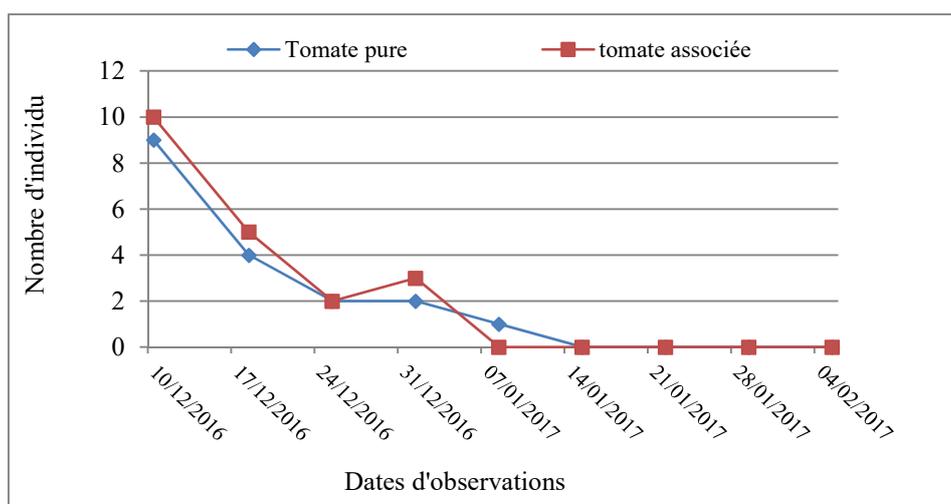


Figure 10 : Evolution des populations de *Nesidiocoris* sp

3. Impact de l'association (tomate-chou) sur l'évolution des populations de chrysomèle

Les densités des chrysomèles ont été respectivement 8 individus par plant pour le chou associé et 15 individus par plant pour le chou pur au début des observations. Le niveau de la population a diminué progressivement jusqu'à la sixième observation pour la culture associée. Quant à la culture pure de chou la densité de chrysomèle a augmenté pour afficher un pic maximum de 29 individus par plants à la deuxième date d'observation suivi d'une chute régulière de population jusqu'à la date de 14/01/2017. A partir de cette date les chrysomèles ont disparu des parcelles de l'essai jusqu'à la fin des observations le 04 février 2017 (Figure 12). Les populations cumulées ont été de 87 et 21 individus/plant respectivement pour la culture pure du chou et la culture associée.

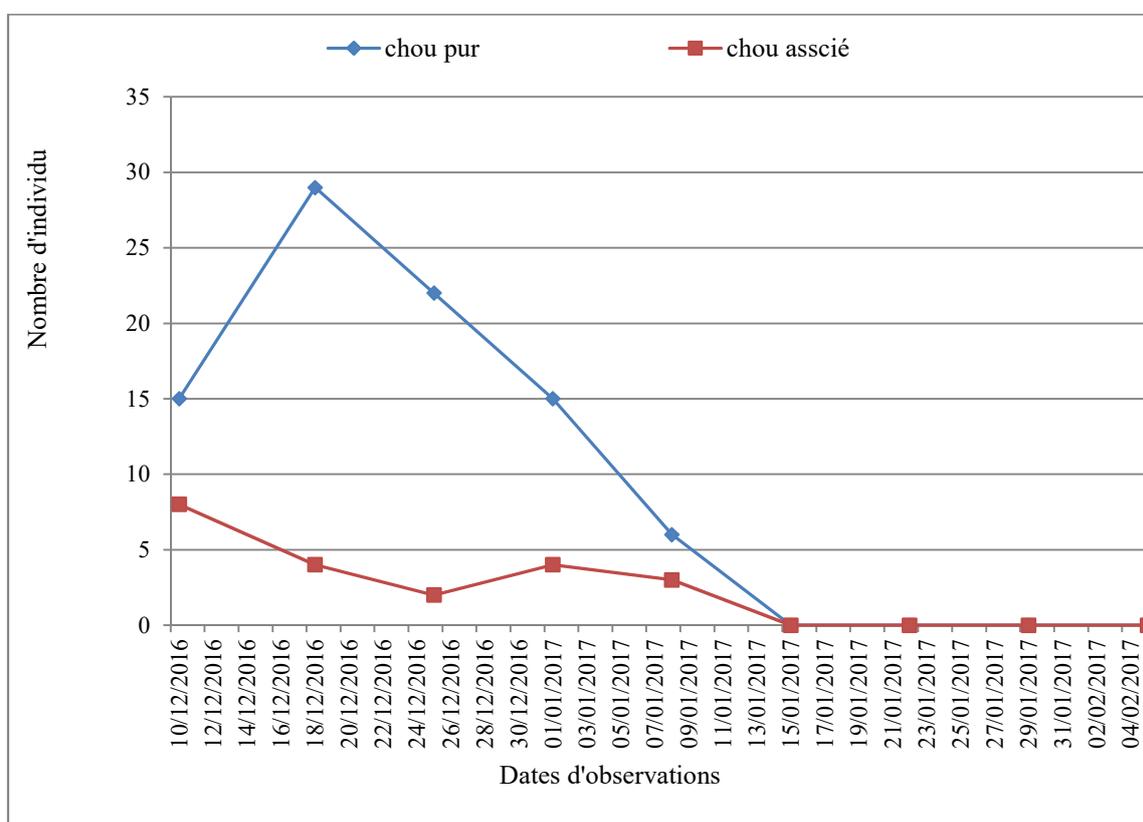


Figure 12. Evolution des populations de chrysomèle sur le chou

4.3 Performance des associations de cultures

Les rendements moyens ont été respectivement 39T/ha pour la tomate associée, 36T/ha pour la tomate en système de monoculture, 4T/ha pour le chou associé et 11T/ha contre 4T/ha pour le chou en culture pure. La pratique de l'association tomate chou a parmi un accroissement moyen du rendement tomate de 8,33T/ha.

Tableau. Rendement moyen de tomate et de chou en fonction du système de culture

Système de culture	Rendement (T/ha)		LER
	Tomate	Chou	
Association	39	4	1,44
Monoculture	36	11	

Cependant une réduction de 64% de rendement du chou a été constatée avec l'association. Le LED de 1,44 > 1 atteste que l'association tomate chou offre un avantage productif pour les producteurs de tomates comme culture principale.

4. Discussion

Les populations d'insectes phytophages rencontrées au niveau du système de monoculture tomate et chou ont été plus importantes que les systèmes d'association et selon CTA (1988) l'étude sur les insectes phytophages a montré que plus de 60% des espèces testées étaient moins abondantes dans un système de polyculture. Selon les auteurs Asare-Bediako et al. (2014) ; Mochiah et al. (2011) ; Baidoo et al. (2012), l'association des cultures permet de réduire l'abondance des ravageurs de la culture principale, comme par exemple celle du chou. Associé à la tomate, l'oignon ou le piment, une réduction de l'abondance des ravageurs du chou (*P. xylostella*, *B. tabaci*, *B. brassicae*, *Z. variegatus* et *H. undalis*) dans les parcelles associées.

La population des organismes prédateurs ne diffère pas significativement entre les parcelles associées et non associées Mochiah et al. (2011). Selon nos résultats la population cumulée de *Nésidiocoris* a été de 18 individus/ plant au niveau des parcelles de culture pure de tomate et de 20 au niveau de l'association.

L'association des cultures, aujourd'hui redécouverte par les chercheurs peut être gage de sécurité pour les paysans qui regroupent plusieurs plantes sur la même parcelle. la technique offre dans certain cas des rendements meilleurs (CTA., 1988). Avec un rendement moyen de 39t/ha de tomate en culture associée contre 36 t/ha pour la monoculture de tomate, nos résultats confirment cette citation. Selon CTA (1988), au cours des quinze dernières années, des chercheurs ont étudié avec attention certaines de ces associations pour mieux comprendre les raisons de leurs succès. Leur but : mieux connaître l'utilisation de l'espace et le calendrier cultural de ces associations afin d'améliorer la production et de les adapter à d'autres conditions agro écologiques. Leur surprise a été de constater que non seulement les associations apportaient une sécurité par la diversification des cultures mais, de surcroît, les cultures associées produisaient individuellement plus que chacune des cultures pratiquées isolément.

La pratique de l'association tomate chou a parmi un accroissement du rendement tomate de 8,33%. Ces résultats confirment les données de comparaisons de CTA (1988) de la productivité des cultures avec et sans engrais, montrant une augmentation de rendement de respectivement 21% et 11% par rapport à une seule culture dans les mêmes conditions.

Selon CTA (1988), Le coefficient de rendement équivalent « LER » (Land Equivalent Ratio en anglais) grimpe de 1,24 pour les associations sans fertilisation à 1,49 avec fertilisation. Ces résultats sont semblables à nos résultats avec un LER de 1,44.

5. Conclusion

L'association de plusieurs plantes ou cultures dans la même parcelle était une pratique courante en Afrique. Elle a complètement disparu dans l'agriculture intensive moderne. Cette étude a été conduite pour mettre en relief l'importance de la pratique dans l'amélioration du rendement des cultures et de la gestion des ravageurs des cultures.

Les résultats de l'étude ont montré que la pratique d'association tomate-chou a affecté l'évolution des populations de *Bemisia tabaci* et *Helicoverpa armigera* ravageurs majeurs de la tomate et des chrysomèles du chou. L'association tomate-chou a permis d'améliorer le rendement de la culture principale (tomate) qui est de 8,33T/ha. Avec une baisse de rendement du chou dans le système de l'association la pratique doit être déconseiller si le chou culture de service demeure la culture principale.

Le LER de 1,44 prouve que l'association tomate chou est bénéfique. Ainsi des études doivent être entreprises pour déterminer les densités de plantation et le calendrier cultural de ces associations afin d'améliorer la production et de les adapter à d'autres conditions agro écologiques.

Référence

Andow, D.A, 1991. Vegetational Diversity and Arthropod Population Response. *Annual Review of Entomology* 36(1): 561–586.

Asare-Bediako E., Addo-Quaye A. et Bi-Kusi A., 2014. Comparative efficacy of plant extracts in managing whitefly (*Bemisia tabaci* Gen.) and leaf curl disease in okra (*Abelmoschus esculentus* L.). *Am. J. Agric. Sci. Technol.*, 2(1), 31-41.

Baidoo P.K., Mochiah M.B. et Apusiga K. 2012: Onion as a pest control intercrop in organic cabbage (*Brassica oleracea*) production system in Ghana. *Sustainable Agric. Res.*, 1(1), 36-41.

Bedoussac, L., Bernard, L., Brauman, A., Cohan, J. P., Desclaux, D., Fustec, J. et Magrini, M. B. 2012. Les Cultures Associées céréale/légumineuse en agriculture « bas intrants » dans le Sud de la France. Plaquette issue du projet ANR PerfCom.

CTA. 1988. Cultures associées : le passé au secours du futur. Spore 15. CTA, Wageningen, The Netherlands

James, B., Atcha-Ahowé, C., Godonou, I., Baimey, H., Goergen, G., Sikirou, R., et Toko, M. 2010 : Gestion intégrée des nuisibles en production maraichère: guide pour les agents de vulgarisation en Afrique de l'Ouest. IITA.

Mochiah M., Banful B. et Fening K. 2011: Botanicals for the management of insect pests in organic vegetable production. *J. Entomol. Nematol.* 3, 85-97.

Pimentel, D. 1995: Amounts of pesticides reaching target pests: environmental impacts and ethics. *Journal of Agricultural and environmental Ethics*, 8(1), 17-29.

Willey R.W. 1979: Intercropping. Its importance and research needs. Part 1. *Competition and yield advantages. Field Crops Abstract* 32, 2-10.

Yaye Z. 2013 : Effets de la dolomie et de la fertilisation minérale sur le sorgho (*Sorghum bicolor*) en zone soudanienne du Mali. Mémoire de Fin de cycle. IPR/IFRA de Katibougou, 39 p.

Yolou, I., Yabi, I., Kombieni, F., Tovihoudji, P. G., Yabi, J. A., Paraïso, A. A., et Afouda, F. 2015 : Maraichage en milieu urbain à Parakou au Nord-Bénin et sa rentabilité économique. *Int. J. Innovation Sci. Res.*, 19(2), 290-302.