

Plantes pesticides et protection des cultures maraichères en Afrique de l'Ouest (synthèse bibliographique)

Boni Barthélémy Yarou ⁽¹⁾, Pierre Silvie ^(2,3), Françoise Assogba Komlan ⁽⁴⁾,
Armel Mensah ⁽⁴⁾, Taofic Alabi ⁽¹⁾, François Verheggen ⁽¹⁾, Frédéric Francis ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Univ. Liège – Gembloux Agro-Bio Tech. Département AgroBiochem. Entomologie fonctionnelle et évolutive. Passage des Déportés, 2. BE-5030 Gembloux (Belgique). E-mail : boniyarou1981@gmail.com ; entomologie.gembloux@ulg.ac.be

⁽²⁾ Université Paris-Saclay. Laboratoire EGCE. UMR IRD. CNRS. FR-91198 Gif-sur-Yvette Cedex (France).

⁽³⁾ CIRAD. UPR Agroécologie et Intensification Durable des cultures Annuelles. FR-34398 Montpellier Cedex 5 (France).

⁽⁴⁾ Institut National des Recherches Agricoles du Bénin. Programme Cultures Maraichères. 01 BP 884 Recette Principale. Cotonou (Bénin).

Reçu le 2 mars 2017, accepté le 5 septembre 2017, mis en ligne le 22 septembre 2017.

Cet article est distribué suivant les termes et les conditions de la licence CC-BY (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.fr>)

Introduction. Les cultures maraichères occupent une place importante pour l'alimentation humaine et contribuent significativement aux revenus des familles en Afrique de l'Ouest, mais leur production est confrontée à une pression des bioagresseurs qui limite leur productivité.

Littérature. Cette revue, basée sur des publications scientifiques, a pour objectif d'évaluer le potentiel des plantes pesticides comme alternative à l'usage des pesticides de synthèse pour lutter contre les bioagresseurs des cultures maraichères en Afrique de l'Ouest. Elle montre que le principal moyen actuel pour combattre ces bioagresseurs repose essentiellement sur les pesticides de synthèse. Cependant, compte tenu de leur nocivité sur l'homme et l'environnement, en plus de la sélection de populations résistantes chez les bioagresseurs, la recherche de solutions alternatives s'impose. Les plantes pesticides se présentent comme une alternative prometteuse dans le contexte ouest-africain. En effet, diverses espèces de plantes pesticides peuvent être utilisées comme extraits de plantes ou en association avec d'autres cultures pour le contrôle des bioagresseurs. Celles-ci sont présentées dans le présent article de synthèse.

Conclusions. Les plantes pesticides peuvent être une alternative prometteuse pour la gestion des bioagresseurs des cultures maraichères. Cependant, la plupart d'entre elles ne sont pas cultivées. Explorer les capacités biocides de plantes d'intérêt comme le genre *Ocimum*, connu pour ses usages thérapeutique, médicinal et alimentaire pourrait être intéressant pour le producteur. Toutefois, les populations doivent être sensibilisées sur les avantages à long terme des produits traités avec les pesticides à base de plantes pour faciliter leur utilisation.

Mots-clés. Plante pesticide, extrait d'origine végétale, culture maraichère, lutte antiravageur, Afrique au Sud du Sahara.

Pesticidal plants and vegetable crop protection in West Africa. A review

Introduction. Vegetable crops play a leading role in human nutrition and contribute significantly to the incomes of families in West Africa. However, their production is hampered by pressure from pests, which limits their productivity.

Literature. This review, based on scientific publications, aims to evaluate the potential of pesticidal plants as an alternative to the use of synthetic pesticides to control vegetable crop pests in West Africa. It shows that the primary current method used to control these pests is mainly based on synthetic pesticides. However, in view of their harmful effects on humans and the environment, in addition to the range of resistant pest populations, the search for alternative approaches is needed. Pesticidal plants are a promising alternative in the West African context. Indeed, various species of pesticidal plant can be used as plant extracts or in association with other crops in pest management. These plants are presented in this review article.

Conclusions. Pesticidal plants can be a promising alternative for the pest management of vegetable crops. However, most of these pesticidal plants are uncultivated. Exploring the biocidal capacities of these interesting plants, such as the genus *Ocimum*, known for its therapeutic, medicinal and food uses, could be of interest for farmers. However, populations need to be made informed of the long-term benefits of products treated with pesticidal plant extract, in order to facilitate their use.

Keywords. Pesticide crops, plant extracts, vegetable growing, pest control, Africa South of Sahara.

1. INTRODUCTION

L'agriculture est l'un des principaux secteurs d'activités qui contribue au développement socio-économique des populations. Elle emploie plus de 40 % de la population active dans le monde, dont plus de 52 % en Afrique et en Asie (MOMAGRI, 2016). Dans ce secteur, le maraichage occupe une place importante pour l'alimentation humaine (FAO, 2012). Défini comme une agriculture fortement spécialisée, le maraichage constitue l'un des systèmes agricoles les plus productifs d'Afrique (FAO, 2012). En Afrique de l'Ouest, il apparaît comme l'une des composantes principales de l'agriculture urbaine et périurbaine ayant une importance capitale dans le développement économique des villes (FAO, 2012). Considérées comme une activité de souveraineté alimentaire (FAO, 2012), 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 ces légumes est limitée par de multiples contraintes abiotiques et biotiques qui affectent les rendements et les opérations post-récoltes qui en découlent. La pression des bioagresseurs a été identifiée comme la contrainte majeure du fait des pertes de récoltes infligées aux maraichers (Kanda et al., 2014 ; Mondédji et al., 2015). Ainsi, pour améliorer les rendements et répondre à la demande des marchés sans cesse croissante, le recours à l'usage des pesticides de synthèse par les producteurs est quasiment systématique (Kanda et al., 2013 ; Mondédji et al., 2015). Pourtant, leurs effets néfastes sur l'homme et l'environnement et la résistance des bioagresseurs aux insecticides ont été démontrés (Assogba-Komlan et al., 2007 ; Houndété et al., 2010 ; Mondédji et al., 2015 ; Agboyi et al., 2016).

La combinaison de certaines pratiques agricoles comme la rotation des cultures, la protection physique (filets anti-insectes), l'utilisation des plantes pesticides (toute plante dont les propriétés chimiques peuvent être exploitées pour lutter contre les organismes considérés comme nuisibles) sont susceptibles de réduire significativement la pression des bioagresseurs et le besoin en pesticides de synthèse (Amoatey & Acquah, 2010).

Les effets des plantes pesticides sur la dynamique des populations de ravageurs dans les cultures maraichères sont investigués dans cette revue qui se propose :

- de mettre en relation la diversité des spéculations maraichères aux bioagresseurs associés,
- de discuter la problématique des pesticides de synthèse comme principale méthode de lutte contre les ravageurs,

- de révéler l'importance des plantes pesticides comme une alternative pour la protection des cultures maraichères en Afrique de l'Ouest,
- de discuter les avantages et les limites liés à l'usage de ces plantes pesticides.

Cette synthèse invite à une réflexion globale sur les systèmes cultureux en Afrique de l'Ouest et constitue indubitablement une solide base scientifique pour assoir des programmes de recherche durable et écologique en vue de limiter l'incidence des bioagresseurs des cultures maraichères en Afrique de l'Ouest.

Les bases de données bibliographiques (Collection ULg, CAB Abstracts, Agritrop) ont été utilisées pour la documentation en utilisant l'expression suivante : (“West Africa” OR “Sub-Saharan Africa” OR “Afrique de l'Ouest”) AND (“botanical pesticide” OR “pesticidal plants” OR “insecticidal plant” OR “essential oil”) AND (pest* OR arthropod* OR insect* OR disease* OR “natural enemy” OR parasit*). Au total, 67 articles publiés entre 2004 et 2017 ont été sélectionnés en tenant compte de leur importance pour les cultures maraichères.

2. DIVERSITÉ DES CULTURES MARAICHÈRES ET BIOAGRESSEURS ASSOCIÉS

En Afrique de l'Ouest, les 27 espèces recensées comme cultures maraichères concernent des légumes traditionnels ou d'origine exotique les plus importants (**Tableau 1**). Cette diversité est fortement liée à la pluralité des communautés culturelles (locales et étrangères) et à la demande du marché et des organes consommés (Kanda et al., 2014).

À la diversité des légumes cultivés correspond celle des bioagresseurs observés (**Tableau 2**). Parmi eux, les arthropodes (insectes et acariens) causent des dégâts d'importance économique sur une large gamme de cultures (James et al., 2010 ; Sæthre et al., 2011a). Les chenilles des ravageurs comme *Plutella xylostella* Linné (Lepidoptera : Plutellidae), *Hellula undalis* Fabricius (Lepidoptera : Crambidea), *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera : Gelechiidae) sont capables d'engendrer d'énormes pertes de rendement (38 à 100 %) sur leurs cultures hôtes respectives (Asare-Bediako et al., 2010 ; James et al., 2010 ; Abbes et al., 2012).

D'autres groupes de bioagresseurs comme les nématodes à galles, les champignons et les bactéries peuvent causer également des pertes d'importance économique sur de nombreuses spéculations maraichères (James et al., 2010 ; Afouda et al., 2012).

Tableau 1. Quelques principales espèces de cultures maraichères produites en Afrique de l'Ouest et leur importance pour la sécurité alimentaire — *Some main vegetables crops produced in West Africa and their importance for food safety.*

Groupe	Famille	Nom scientifique	Nom commun	Organes consommés	Importance alimentaire ¹	
Exotiques	Amaranthaceae	<i>Beta vulgaris</i> L.	Betterave	Racines	++++	
	Apiaceae	<i>Daucus carota</i> L.	Carotte	Racines	++++	
	Asteraceae	<i>Lactuca sativa</i> L.	Laitue	Feuilles	++++	
	Brassicaceae	<i>Brassica oleracea</i> L.	Chou pommé	Feuilles	++	
		<i>Brassica rapa</i> L.	Navet	Racines	+++	
	Cucurbitaceae	<i>Cucumis sativus</i> L.	Concombre	Fruits	++++	
		<i>Cucurbita pepo</i> L.	Courgette	Fruits	++++	
	Fabaceae	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Haricot vert	Fruits	++++	
	Liliaceae	<i>Allium cepa</i> L.	Oignon	Bulbes	+++++	
	Solanaceae	<i>Capsicum annuum</i> L.	Poivron	Fruits	+++	
		<i>Solanum melongena</i> L.	Aubergine	Fruits	+++	
	Traditionnels	Amaranthaceae	<i>Amaranthus cruentus</i> L.	Amarante	Feuilles	+++
			<i>Celosia argentea</i> L.	Célosie	Feuilles	+++
		Asteraceae	<i>Acmella oleracea</i> L.	Brède mafane	Feuilles/flowers	+++
<i>Vernonia amygdalina</i> Delile			Vernonie	Feuilles	+++	
Basellaceae		<i>Basella alba</i> L.	Baselle	Feuilles	+++	
Capparaceae		<i>Cleome gynandra</i> L.	Caya blanc	Feuilles	++++	
Fabaceae		<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.	Niébé	Feuilles	+++++	
Malvaceae		<i>Abelmoschus esculentus</i> L.	Gombo	Feuilles/fruits	++++	
		<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.	Oseille de Guinée	Feuilles/fruits	+++	
Pedaliaceae		<i>Ceratotheca sesamoides</i> Endl.	Faux sésame	Feuilles	+++	
Portulacaceae		<i>Portulaca oleracea</i> L.	Pourpier	Feuilles	+++	
Solanaceae		<i>Capsicum frutescens</i> L.	Piment	Fruits	+++	
		<i>Solanum aethiopicum</i> L.	Aubergine africaine	Feuilles/fruits	++++	
		<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill	Tomate	Fruits	+++++	
	<i>Solanum macrocarpon</i> L.	Aubergine gboma	Feuille/fruits	+++		
Tiliaceae	<i>Corchorus olerarius</i> L.	Corète potagère	Feuilles	++++		

¹ Adapté de Grubben & Denton, 2004 — according to Grubben & Denton, 2004 : + : peu élevée — low, ++ : moyennement élevée — medium, +++ : élevée — high, ++++ : très élevée — very high.

Tableau 2. Quelques ravageurs majeurs des cultures maraichères en Afrique de l'Ouest, caractéristiques et importance des dégâts — *Some major pests of vegetable crops in West Africa, characteristics, and the importance of damage.*

Catégorie	Nom scientifique	Familles de plantes hôtes	Organes attaqués / type de dégâts	Caractères d'intérêt	Importance des dégâts
a. Agents pathogènes (adapté de James et al., 2010)					
Champignons	<i>Fusarium</i> spp.	Asteraceae, Amaranthaceae	Flétrissement des feuilles	Polyphage	La sévérité varie d'une culture à l'autre
	<i>Phytophthora</i> spp.	Amaranthaceae, Fabaceae, Solanaceae	Flétrissement de la plante	Polyphage	
	<i>Sclerotium</i> spp.	Asteraceae, Fabaceae, Malvaceae, Solanaceae	Pourriture des tiges et racines	Polyphage	
Nématode	<i>Meloidogyne</i> spp.	Asteraceae, Solanaceae	Galles sur racines	Polyphage	
Bactéries	<i>Ralstonia solanacearum</i> Smith	Fabaceae, Solanaceae	Flétrissement des plants	Polyphage	
	<i>Erwinia carotovora</i> Jones	Asteraceae, Brassicaceae, Solanaceae	Pourriture des feuilles	Polyphage	
b. Arthropodes (adapté de Bordat & Arvanitakis, 2004)					
Insectes	<i>Bactroera cucurbitae</i> Coquillet	Cucurbitaceae	Fruits	Polyphage	++++
	<i>Ceratitis capitata</i> Wiedemann	Solanaceae	Fruits	Polyphage	++++
	<i>Dacus</i> spp.	Cucurbitaceae	Fruits	Polyphage	++++
	<i>Liriomyza</i> spp.	Cucurbitaceae, Fabaceae, Solanaceae	Feuilles minées	Polyphage	++++
	<i>Aphis gossypii</i> Glover	Cucurbitaceae, Fabaceae, Solanaceae	Recroquevillement des feuilles	Polyphage, vecteur de virus	++++
	<i>Myzus persicae</i> Sulzer	Brassicaceae, Solanaceae	Recroquevillement des feuilles	Polyphage, vecteur de virus	++++
	<i>Lipaphis erysimi</i> Kaltentbach	Brassicaceae	Recroquevillement des feuilles	Oligophage, vecteur de virus	++++
	<i>Bemisia tabaci</i> Gennadius	Cucurbitaceae, Fabaceae, Solanaceae	Déformation des feuilles	Polyphage, vecteur de virus	++++
	<i>Thrips</i> sp.	Cucurbitaceae, Liliaceae, Solanaceae	Déformation des feuilles	Polyphage, vecteur de virus	++++
	<i>Hellula undalis</i> Fabricius	Brassicaceae	Feuilles et cœur du plant	Oligophage	+++
	<i>Crocidolomia binotalis</i> Zeller	Brassicaceae	Feuilles et cœur du plant	Oligophage	++++
	<i>Plutella xylostella</i> L.	Brassicaceae	Feuilles rongées.	Oligophage	++++
	<i>Nezara viridula</i> L.	Amaranthaceae, Solanaceae	Déformation et décoloration des organes	Polyphage	+++

Tableau 2 (suite). Quelques ravageurs majeurs des cultures maraichères en Afrique de l'Ouest, caractéristiques et importance des dégâts — *Some major pests of vegetable crops in West Africa, characteristics, and the importance of damage.*

Catégorie	Nom scientifique	Familles de plantes hôtes	Organes attaqués / type de dégâts	Caractères d'intérêt	Importance des dégâts
	<i>Helicoverpa armigera</i> Hubner	Brassicaceae, Malvaceae, Solanaceae	Fleurs, boutons floraux, fruits	Polyphage	++++
	<i>Spodoptera littoralis</i> Boisduval	Brassicaceae, Solanaceae	Défoliation	Polyphage	++
	<i>Zonocerus variegatus</i> L.	Brassicaceae, Cucurbitaceae, Solanaceae	Défoliation	Polyphage	++++
Acarions	<i>Aculops lycopersici</i> Massée	Solanaceae	Retrouvillage des feuilles	Oligophage	++
	<i>Polyphagotarsonemus latus</i> Banks	Cucurbitaceae, Solanaceae	Feuilles, fruits et boutons floraux	Polyphage	+++
	<i>Tetranychus urticae</i> Koch	Cucurbitaceae, Fabaceae, Solanaceae	Feuilles, tiges et fruits	Polyphage	++++

++ : élevés — high ; +++ : très élevés — very high ; ++++ : pouvant détruire la culture — can destroy crops.

3. PROBLÉMATIQUE DES PESTICIDES DE SYNTHÈSE COMME MOYENS DE LUTTE CONTRE LES BIOAGRESSEURS

En Afrique, les maraichers utilisent principalement des produits de synthèse pour limiter les dégâts des ravageurs et améliorer la production (Kanda et al., 2013 ; Mondédji et al., 2015). Ces produits ont l'avantage d'agir sur un large spectre de bioagresseurs, permettant ainsi de maintenir une productivité suffisante (Mondédji et al., 2015). La plupart du temps, ils contiennent des substances actives (DDT : dichlorodiphényltrichloroéthane, endrine, lindane, profénofos, triazophos) prohibées par le règlement (CE) 1107/2009 (Commission européenne, 2009) ou non homologuées sur les cultures maraichères en Afrique de l'Ouest (CSP, 2016). Bien que les programmes « champs écoles » initiés en Afrique de l'Ouest aient permis de réduire leur usage (Settle & Garba, 2011 ; Settle et al., 2014), les problèmes liés à leur utilisation demeurent toujours.

3.1. Résistance des bioagresseurs et impact sur les auxiliaires

La résistance des bioagresseurs est l'une des principales limites des pesticides de synthèse. Ce phénomène est mis en évidence sur différentes populations de bioagresseurs pour de nombreuses substances actives à travers le monde. En Afrique de l'Ouest, la résistance aux pyréthriinoïdes, organochlorés, organophosphorés et carbamates a été notifiée par exemple sur *Bemisia tabaci* Gennadius (Homoptera : Aleyrodidae) et *P. xylostella* (Houndété et al., 2010 ; Agboyi et al., 2016).

Les pesticides de synthèse sont généralement néfastes aux ennemis naturels (prédateurs et parasitoïdes) des ravageurs. Leur application sur les cultures entraîne donc une réduction des populations de ces organismes qui sont bénéfiques pour la culture. Cette observation a été faite par exemple sur les populations de coccinelles, de syrphes et d'araignées prédatrices après traitement des parcelles de chou avec un insecticide à base d'émamectine benzoate (Amoabeng et al., 2013).

3.2. Impacts des pesticides de synthèse sur l'homme et l'environnement

L'efficacité immédiate des pesticides de synthèse fait oublier aux producteurs les risques sanitaires associés à leur utilisation (Ahouangninou et al., 2013). L'irritation cutanée, les maux de tête, la toux, le vertige, les troubles respiratoires, la fatigue, la diarrhée, etc. sont autant de symptômes d'intoxication dus à l'usage de ces pesticides (Kanda et al., 2009 ; Ahouangninou

et al., 2011 ; Son et al., 2017). Des résidus de substances actives sont détectés dans divers produits maraichers, parfois à des quantités dépassant les limites maximales de résidus (LMR) fixées par le Codex Alimentarius ou l'Union européenne (Assogba-Komlan et al., 2007 ; Sæthre et al., 2011b ; Odhiambo et al., 2014).

La pollution environnementale, quant à elle, résulte aussi bien des effets de surdosage que de la mauvaise gestion des emballages (Kanda et al., 2013 ; Son et al., 2017). Au Bénin, l'endosulfan, le DDT et l'endrine ont été détectés dans différentes espèces de poissons (Yehouenou A. Pazou et al., 2006) et échantillons de sol (Assogba-Komlan et al., 2007). Ngom et al. (2012) ont mis en évidence la présence des résidus de métamidophos, de l'endosulfan et du diméthoate dans les eaux de puits en zone agricole au Sénégal.

L'utilisation quotidienne de ces produits (légumes, eaux, produits aquatiques) contaminés avec des pesticides constitue sans doute l'un des principaux facteurs de risque d'intoxication pour les consommateurs.

4. PLANTES PESTICIDES COMME ALTERNATIVES AUX PESTICIDES DE SYNTHÈSE

L'usage des plantes pesticides se révèle être une pratique ancestrale en Afrique. En effet, de nombreuses plantes sont connues et utilisées pour leurs activités biocides (toxique, répulsive, anti-appétant) vis-à-vis d'une large gamme de bioagresseurs (**Tableaux 3 et 4**). Elles peuvent être utilisées sous forme d'extraits de plantes en protection foliaire (Mochiah et al., 2011 ; Mondédji et al., 2014a) ou en association avec d'autres cultures (Asare-Bediako et al., 2010 ; Baidoo et al., 2012). Des huiles essentielles (liquide concentré de composés organiques volatiles de plantes) ou des plantes entières sont également utilisées dans les greniers de denrées stockées (Anjarwalla et al., 2016).

4.1. Potentialités des extraits de plantes sur les bioagresseurs et impact sur les auxiliaires

Divers organes des plantes pesticides sont utilisés pour la préparation des extraits (**Tableaux 3 et 4**). Ces derniers peuvent être des extraits aqueux ou organiques, des huiles ou des huiles essentielles obtenues le plus souvent par hydrodistillation.

Effets des extraits aqueux et organiques sur les bioagresseurs

Effets sur les champignons et nématodes phytopathogènes. L'action biocide d'extraits de plantes sur champignons se manifeste par l'inhibition de la sporulation ou par une réduction de la sévérité

de la maladie. Okereke et al. (2007) ont montré que l'application des extraits aqueux d'*Azadirachta indica* A.Juss. (Meliaceae), de *Carica papaya* L. (Caricaceae) et d'*Hyptis suaveolens* (L.) Poit. (Lamiaceae) sur des plants de tomate infectés par *Sclerotium rolfsii* Saccardo permet de réduire la sévérité de la maladie et d'obtenir une meilleure croissance des plants. Une expérience similaire de Zirihi et al. (2008) a pu montrer que pour des concentrations supérieures à 6 g.l⁻¹, l'extrait aqueux de *Combretum racemosum* P.Beauv. (Combretaceae) inhibe totalement la croissance mycélienne de *Pythium aphanidermatum* Edson, *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicilycopersici* Forl. et *Macrophomina phaseoli* Maubl. Selon Obi & Barriuso-Vargas (2013), l'extrait aqueux de *Xylopia aethiopica* (Dunal) A.Rich. (Annonaceae) serait en mesure d'inhiber la germination des spores et la croissance des colonies de *Colletotrichum destructivum* O'Gara. Par contre, aucun effet fongicide n'a pu être observé avec ce même extrait aqueux sur *S. rolfsii*, contrairement à l'huile essentielle qui s'est montrée très efficace sur le même champignon (Bolou Bi Bolou et al., 2015).

Au niveau des nématodes, on peut observer une inhibition de l'éclosion ou de l'émergence des larves après usage d'extraits de diverses plantes telles que *A. indica*, *Chromolaena odorata* (L.) R.M.King & H.Rob. (Asteraceae), *Nicotiana tabacum* L. (Solanaceae), *C. papaya*, *Cannabis sativa* L. (Cannabaceae), *Cassia alata* L. (Caesalpiniaceae), *Vernonia amygdalina* Delile (Asteraceae) sur les nématodes du genre *Meloidogyne* (Adegbite, 2011). Afouda et al. (2012) ont fait les mêmes observations sur ces *Meloidogyne* tout en mettant l'accent sur la variabilité de l'action nématicide selon la plante et l'organe utilisé. Récemment, il a été démontré que l'amendement des plants de piment infestés par une poudre de feuilles d'*A. indica* induit une baisse importante des populations de nématodes avec pour conséquence une meilleure croissance des plants traités, contrairement aux plants non traités (Kankam & Sowley, 2016).

Effets sur les arthropodes ravageurs. En expériences de laboratoire, les observations se focalisent essentiellement sur les paramètres biologiques (mortalité, appétence, oviposition, éclosion des œufs, émergence des adultes, etc.) ou le comportement des individus. Ainsi, l'effet répulsif d'*A. indica*, de *Piper guineense* Schumach & Thonn. (Piperaceae), de *X. aethiopica*, de *Garcinia kola* Heckel (Culsiaceae) et d'*Aframomum melegueta* K.Schum. (Zingiberaceae) sur la chrysome défoliatrice du gombo (*Podagrica uniformis* Jacoby) a été mise en évidence par Echereobia et al. (2010). En effet, ces auteurs ont montré que des extraits aqueux à 10 % de ces plantes induisaient une activité répulsive variant de 20 à 100 %

Tableau 3. Plantes utilisées pour le contrôle des champignons et nématodes des cultures maraîchères en Afrique de l'Ouest : caractéristiques et propriétés — *Plants extracts used to control pathogens on vegetable crops in West Africa: characteristics and properties.*

Plante	Parties utilisées	Type d'extrait	Doses	Pathogènes testés	Observations générales	Référence
<i>Azadirachta indica</i> A.Juss.	Feuilles	Aqueux	250 g.l ⁻¹	<i>Meloidogyne incognita</i> Kofoid & White	Forte inhibition de l'éclosion des œufs	Adegbite, 2011
	Feuilles	Aqueux	5 ; 10 ; 15 et 20 %	<i>Meloidogyne</i> spp.	Forte mortalité des individus	Afouda et al., 2012
	Tiges, racines	Aqueux	5 ; 10 ; 15 et 20 %	<i>Meloidogyne</i> spp.	Mortalité moyenne des individus	Afouda et al., 2012
	Fruits	Aqueux	50 et 100 %	<i>Colletotrichum destructivum</i> O'Gara	Inhibition moyenne de la sporulation et de la croissance des colonies	Obi & Barriuso-Vargas, 2013
<i>Amaranthus</i> sp.*	Feuilles	Huile	50 et 100 %	<i>Colletotrichum destructivum</i> O'Gara	Forte inhibition de la sporulation et de la croissance des colonies	Obi & Barriuso-Vargas, 2013
	Feuilles	Poudre	20 g.5 kg ⁻¹ de sol	<i>Meloidogyne</i> sp.	Forte réduction des populations	Kankam & Sowley, 2016
	Graines	Aqueux	200 ml.5 kg ⁻¹ de sol	<i>Sclerotium rolfsii</i> Saccardo	Réduction de la sévérité de la maladie et amélioration de la croissance des plantes	Okereke et al., 2007
<i>Calotropis procera</i> Aiton	Feuilles	Aqueux	5 ; 10 ; 15 et 20 %	<i>Meloidogyne</i> spp.	Mortalité moyenne à forte	Afouda et al., 2012
	Tiges, racines	Aqueux	5 ; 10 ; 15 et 20 %	<i>Meloidogyne</i> spp.	Mortalité faible à moyenne	Afouda et al., 2012
	Feuilles	Aqueux	250 g.l ⁻¹	<i>Meloidogyne incognita</i> Kofoid & White	Forte inhibition de l'éclosion des œufs	Adegbite, 2011
<i>Cannabis sativa</i> L. <i>Cassia alata</i> L.	Racine	Aqueux	200 ml.5 kg ⁻¹ de sol	<i>Sclerotium rolfsii</i> Saccardo	Réduction de la sévérité de la maladie et amélioration de la croissance des plantes	Okereke et al., 2007
<i>Combretum racemosum</i> L.	Feuilles	Aqueux	1 ; 2 ; 4 ; 6 et 8 g.l ⁻¹	<i>Fusarium oxysporum</i> Schlechtendal <i>Macrophomina phaseolina</i> G. <i>Pythium</i> <i>aphanidermatum</i> Edson	Forte mortalité à fortes doses	Zirihhi et al., 2008

/..

Tableau 3 (suite). Plantes utilisées pour le contrôle des champignons et nématodes des cultures maraichères en Afrique de l'Ouest : caractéristiques et propriétés — *Plants extracts used to control pathogens on vegetable crops in West Africa: characteristics and properties.*

Plante	Parties utilisées	Type d'extrait	Doses	Pathogènes testés	Observations générales	Référence
<i>Hyptis suaveolens</i> L.	Feuilles	Aqueux	200 ml·5 kg ⁻¹ de sol	<i>Sclerotium rolfsii</i> Saccardo	Réduction de la sévérité de la maladie et amélioration de la croissance des plantes	Okereke et al., 2007
	Feuilles	Aqueux	5 ; 10 ; 15 et 20 %	<i>Meloidogyne</i> spp.	Mortalité moyenne des individus	Afouda et al., 2012
	Tiges, racines	Aqueux	5 ; 10 ; 15 et 20 %	<i>Meloidogyne</i> spp.	Mortalité faible des individus	Afouda et al., 2012
<i>Nicotiana tabacum</i> L.	Feuilles	Aqueux	250 g·l ⁻¹	<i>Meloidogyne incognita</i> Kofoid & White	Forte inhibition de l'éclosion des œufs	Adegbite, 2011
<i>Ocimum gratissimum</i> L.*	Feuilles	HE	75 ; 80 ; 90 ; 100 et 150 ppm	<i>Fusarium oxysporum</i> Schlechtendal, <i>Pythium</i> sp.	Inhibe la sporulation et la croissance mycélienne	Doumbouya et al., 2012
	Feuilles	HE, aqueux	50 et 100 %	<i>Colletotrichum destructivum</i> O'Gara	Inhibition moyenne de la sporulation et de la croissance des colonies	Obi & Barriuso-Vargas, 2013
<i>Parkia biglobosa</i> Jacq.	Feuilles	Aqueux	250 g·l ⁻¹	<i>Meloidogyne incognita</i> Kofoid & White	Forte inhibition de l'éclosion des œufs	Adegbite, 2011
<i>Ricinus communis</i> L.	Feuilles	Aqueux	25 ; 50 et 100 %	<i>Alternaria solani</i> Sorauer	Inhibition moyenne de la croissance radiale	Bayaso et al., 2013
<i>Vernonia amygdalina</i> Delile*	Feuilles, tiges	Aqueux	5 ; 10 ; 15 et 20 %	<i>Meloidogyne</i> spp.	Forte mortalité des individus	Afouda et al., 2012
	Racines	Aqueux	5 ; 10 ; 15 et 20 %	<i>Meloidogyne</i> spp.	Mortalité moyenne des individus	Afouda et al., 2012
	Feuilles	Aqueux	250 g·l ⁻¹	<i>Meloidogyne incognita</i> Kofoid & White	Forte inhibition de l'éclosion des œufs	Adegbite, 2011
<i>Xylopiya aethiopica</i> Dunal*	Feuilles, fruits	HE	50 ; 100 ; 200 ; 250 et 500 µl·l ⁻¹	<i>Sclerotium rolfsii</i> Saccardo	Réduction importante de l'incidence de la maladie	Bolou Bi Bolou et al., 2015
	Fruits	Aqueux, huile	50 et 100 %	<i>Colletotrichum destructivum</i> O'Gara	Inhibition moyenne à forte de la sporulation et de la croissance des colonies	Obi & Barriuso-Vargas, 2013

* : plantes considérées comme légumes ou épices — *plants used as vegetables or spices*; HE : huile essentielle — *essential oil*.

Tableau 4. Plantes utilisées pour le contrôle des arthropodes ravageurs des cultures maraichères en Afrique de l'Ouest : caractéristiques et propriétés — *Plants extracts used to control pests on vegetable crops in West Africa: characteristics and properties.*

Plantes	Parties utilisées	Types d'extraits	Doses	Arthropode testé	Stades testés	Observations générales	Référence
Observations en laboratoire							
<i>Azadirachta indica</i> A.Juss.	Feuilles	Hydroéthanoïque, aqueux	0,1 ; 1 ; 5 et 10 %	<i>Myzus persicae</i> Z.	Adulte, nymphe	Fort mortalité, réduit la fécondité	Mondédji et al., 2014a
	Non défini	Aqueux	10 %	<i>Podagrica</i> spp.	Adulte	Fort activité répulsive	Echereobia et al., 2010
<i>Leonotis nepetifolia</i> L.	Feuilles	Méthanoïque	0 ; 1,5 ; 3 ; 6 et 12 % (w/v)	<i>Tetranychus urticae</i> Koch	Adulte	Mortalité, inhibition de l'oviposition, action répulsive	Ogayo et al., 2015
<i>Piper guineense</i> Schum & Thonn	Non défini	Aqueux	10 %	<i>Podagrica</i> spp.	Adulte	Forte activité répulsive	Echereobia et al., 2010
<i>Garcinia kola</i> Heckel	Non défini	Aqueux	10 %	<i>Podagrica</i> spp.	Adulte	Activité répulsive moyenne	Echereobia et al., 2010
<i>Xylopia aethiopica</i> Dunal*	Non défini	Aqueux	10 %	<i>Podagrica</i> spp.		Activité répulsive faible	Echereobia et al., 2010
<i>Aframomum melegueta</i> Rosch	Non défini	Aqueux	10 %	<i>Podagrica</i> spp.		Activité répulsive faible	Echereobia et al., 2010
<i>Ocimum canum</i> L.	Feuilles	HE	1 ; 2 ; 3 ; 4 ; 5 et 10 μ l·ml ⁻¹	<i>Aphis gossypii</i> G.	Adulte	Mortalité élevée à fortes doses	Akantetou et al., 2011
<i>Ocimum gratissimum</i> L.*	Feuilles	Méthanoïque	0 ; 1,5 ; 3 ; 6 et 12 % (w/v)	<i>Tetranychus urticae</i> Koch	Adulte	Mortalité, inhibition de l'oviposition, action répulsive	Ogayo et al., 2015
<i>Ocimum sanctum</i> L.	Feuilles, fleurs	HE	1 ; 2 ; 3 ; 4 ; 5 et 10 μ l·ml ⁻¹	<i>Dysdercus voelkeri</i> S.	Adulte, larve	Mortalité élevée à fortes doses	Nadio et al., 2015
<i>Ricinus communis</i> L.	Amandes	Huile	5 et 10 %	<i>Plutella xylostella</i> L.	Larve	Fort mortalité, réduit l'émergence des adultes et l'oviposition	Tounou et al., 2011
	Amandes, feuilles, racines	Aqueux	20 %	<i>Plutella xylostella</i> L.	Larve	Mortalité moyenne, réduit l'émergence des adultes et l'oviposition	Tounou et al., 2011

/..

Tableau 4 (suite 1). Plantes utilisées pour le contrôle des arthropodes ravageurs des cultures maraichères en Afrique de l'Ouest : caractéristiques et propriétés — *Plantis extracts used to control pests on vegetable crops in West Africa: characteristics and properties.*

Plante	Partie utilisée	Types d'extraits	Doses	Arthropodes testés	Stade testé	Observations générales	Référence
Observations de terrain							
<i>Allium</i> sp.*	Bulbe	Aqueux	10 %	<i>Bemisia tabaci</i> G.	Adulte	Réduit l'abondance du ravageur et la sévérité de la maladie	Asare-Bediako et al., 2014
<i>Anacardium</i> sp.	Écorce	Aqueux	10 %	<i>Bemisia tabaci</i> G.	Adulte	Réduit l'abondance du ravageur et la sévérité de la maladie	Asare-Bediako et al., 2014
<i>Azadirachta indica</i> A.Juss.	Feuilles	Aqueux	10 %	<i>Bemisia tabaci</i> G.	Adulte	Réduit l'abondance du ravageur et la sévérité de la maladie	Asare-Bediako et al., 2014
	Graines	Aqueux	50 et 80 g.l ⁻¹	<i>Bemisia tabaci</i> G., <i>Helicoverpa armigera</i> H.	Adulte	Réduit l'abondance des ravageurs et améliore le rendement	Diabaté et al., 2014
	Graines	Éthanoïque	5 l·ha ⁻¹	<i>Helicoverpa armigera</i> H., thrips	Adulte	Réduit l'abondance du ravageur	Traoré et al., 2015
	Feuilles	Aqueux, hydroéthanoïque, hydroalcoolique	900 l·ha ⁻¹	<i>Plutella xylostella</i> L., <i>Helicoverpa undalis</i> F., <i>Lipaphis erysimi</i> K.	Adulte	Réduit l'abondance des ravageurs et améliore le rendement	Mondédji et al., 2014b
	Feuilles	Aqueux	50 et 80 g.l ⁻¹	<i>Bemisia tabaci</i> G., <i>Helicoverpa armigera</i> H.	Adulte	Réduit l'abondance des ravageurs et améliore le rendement	Diabaté et al., 2014
	Non défini	Formulation commerciale	1 l·ha ⁻¹	<i>Plutella xylostella</i> L.	Adulte	Réduit l'abondance du ravageur	Sow et al., 2015
<i>Bridelia micrantha</i> Hochst, <i>Dalbergia lactea</i> Vatke, <i>Loncaropus cyanescens</i> Perkin, <i>Trema orientalis</i> L.	Feuilles	Aqueux	10 %	<i>Podagrica uniflora</i> Jacoby, <i>Nisotra dilecta</i> Jacoby	Adultes	Réduit l'abondance des ravageurs et améliore le rendement	Adesina et al., 2016

/..

Tableau 4 (suite 2). Plantes utilisées pour le contrôle des arthropodes ravageurs des cultures maraichères en Afrique de l'Ouest : caractéristiques et propriétés — *Plants extracts used to control pests on vegetable crops in West Africa: characteristics and properties.*

Plante	Parties utilisées	Types d'extraits	Doses	Arthropodes testés	Stade testé	Observations générales	Référence
Observations de terrain							
<i>Capsicum frutescens</i> L.*	Fruits	Aqueux	20 g.l ⁻¹ (w/v)	<i>Empoasca</i> spp., <i>Aphis craccivora</i> C., <i>Plutella xylostella</i> L., <i>Megalurothrips sjostedti</i> T.	Adulte	Réduit l'abondance des ravageurs et maintient celle des ennemis naturels	Fening et al., 2014
<i>Capsicum</i> sp.	Fruits	Aqueux	10 %	<i>Bemisia tabaci</i> G.	Adulte	Réduit l'abondance du ravageur et la sévérité de la maladie	Asare-Bediako et al., 2014
<i>Carica papaya</i> L.	Feuilles	Aqueux	10 %	<i>Bemisia tabaci</i> G.	Adulte	Réduit l'abondance du ravageur et la sévérité de la maladie	Asare-Bediako et al., 2014
<i>Jatropha curcas</i> L.	Graines	Aqueux	50 et 80 g.l ⁻¹	<i>Bemisia tabaci</i> G., <i>Helicoverpa armigera</i> H.	Adulte	Réduit l'abondance du ravageur et améliore du rendement	Diabaté et al., 2014
<i>Lippia multiflora</i> M.	Feuilles	Éthanoïque	5 l.ha ⁻¹	<i>Helicoverpa armigera</i> H., thrips	Adulte	Réduit l'abondance du ravageur	Traoré et al., 2015

* : plantes considérées comme légumes ou épices — *plants used as vegetables or spices*; HE : huile essentielle — *essential oil*.

selon la plante. Tounou et al. (2011) ont démontré que des extraits aqueux de *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae) sur des larves de *P. xylostella* causent la mortalité (54 à 71 %), la déformation (ailes et pattes) des adultes à l'émergence et réduit l'oviposition. Des travaux similaires ont révélé qu'un extrait de feuilles d'*A. indica* a une forte activité insecticide (mortalité > 95 %) et réduit considérablement la fécondité de *M. persicae* (Mondédji et al., 2014a). Selon les mêmes auteurs, l'application de cet extrait (*A. indica*) sur des plants modifierait considérablement le comportement alimentaire de ce puceron (sondage par les stylets, pénétration du phloème, salivation et ingestion). Sur *Tetranychus urticae* Koch, il a été également notifié que les extraits de *Leonotis nepetifolia* (L.) R.Br. et d'*Ocimum gratissimum* L. (Lamiaceae) peuvent non seulement inhiber l'oviposition de cet acarien, mais aussi provoquer une forte mortalité (90 %) (Ogayo et al., 2015).

Dans les conditions d'expérimentations en champ, l'efficacité des extraits de plantes est généralement mesurée à travers l'abondance des populations des ravageurs ou la sévérité des dégâts. En traitant les parcelles de cultures (chou et gombo) avec l'extrait de graines d'*A. indica*, Gnago et al. (2010) ont remarqué que les populations de chenilles et de pucerons étaient moins importantes sur les parcelles traitées que sur celles non traitées. Des résultats similaires ont été obtenus avec les extraits aqueux de substances épiciées (*Sinapis nigra* L. [Brassicaceae], *X. aethiopica*, *N. tabacum*) sur les insectes ravageurs de *Phaseolus vulgaris* L. (Fabaceae) (Kambou & Guissou, 2011). En effet, ces auteurs ont montré qu'avec 400 l.ha⁻¹ d'extrait, ces substances épiciées peuvent réduire de 61 à 78 % la population des aleurodes, des thrips, des coléoptères, en comparaison aux parcelles témoins non traitées. Cela permet d'assurer un rendement équivalent à celui obtenu sur les parcelles traitées avec un insecticide de synthèse comme la deltaméthrine (Kambou & Guissou, 2011). Une baisse considérable des ravageurs du gombo et de l'aubergine (*A. gossypii*, *Podagrica*

spp., *B. tabaci*, *Earias* sp., *Dysdercus supersticiosus* H. Schaffer, *Z. variegatus* L., *Urentius hystericellus* Richter et *Leucinodes orbonalis* Guénéé) a été mentionnée après traitement avec des extraits d'*Allium* sp. (Liliaceae) (30 g·l⁻¹) et de *C. papaya* (92 g·l⁻¹) par Mochiah et al. (2011). Asare-Bediako et al. (2014) ont conforté les observations faites par Kambou & Guissou (2011) en soulignant la capacité des extraits d'*A. indica*, de *C. papaya*, d'*Allium* sp., de *Capsicum* sp. (Solanaceae), d'*Anacardium* sp. (Anacardiaceae) à minimiser la sévérité de la virose due aux aleurodes et d'augmenter le rendement des parcelles traitées. De tels résultats ont été également notés après usage des extraits aqueux de Fabaceae (*Loncarpous cyanescens* Perkin, *Dalbergia lactea* Vatke) pour le contrôle des chrysomèles en culture de gombo (Adesina et al., 2016).

D'autres travaux comparant les extraits de plantes aux insecticides classiques ont pu démontrer que certains extraits peuvent présenter la même efficacité que les insecticides de synthèse. Ainsi, les extraits de *N. tabacum*, *Cassia sophora* L. (Fabaceae), *Jatropha curcas* L., *R. communis*, *Ageratum conyzoides* (L.) L. (Asteraceae), *C. odorata* et *Synedrella nodiflora* (L.) Gaertn. (Asteraceae) seraient aussi efficaces que l'émamectine benzoate et la lambda-cyhalothrine pour le contrôle de *P. xylostella* et de *B. brassicae* sur culture de chou (Amoabeng et al., 2013). Le même constat a été fait avec les extraits d'*Allium sativum* L. (Liliaceae), de *C. frutescens* et d'*A. indica* comparés à l'émamectine et un pesticide binaire (cyperméthrine + diméthoate) sur les ravageurs du chou et du haricot vert (Fening et al., 2014 ; Mondédji et al., 2014b). Des observations similaires ont été également mentionnées avec l'extrait *J. curcas* comparé aux pyréthriinoïdes (deltaméthrine, cyperméthrine) pour le contrôle des ravageurs de la tomate (Diabaté et al., 2014) et entre un produit à base d'*A. indica* et le diméthoate pour lutter contre *P. xylostella* sur chou (Sow et al., 2015).

Effets des huiles et des huiles essentielles sur les bioagresseurs

Effets sur les agents phytopathogènes. En comparant l'effet fongicide d'huiles essentielles de plantes à celui des fongicides classiques, il a été constaté que l'huile d'*O. gratissimum* inhibe la germination des spores et la croissance mycélienne de *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis lycopersici* et *Pythium* sp. avec un effet relativement équivalent à celui des fongicides de synthèse (Doubouya et al., 2012). Dans cette même logique, il a été démontré que l'huile essentielle des fruits de *X. aethiopica* inhibe fortement la croissance mycélienne de *S. rolfsii*, avec pour conséquence une réduction considérable de l'incidence de la maladie sur les plants de tomate traités comparés aux plants non traités (Bolou Bi Bolou et al., 2015).

Effets sur les arthropodes ravageurs. Une expérience de laboratoire sur *P. xylostella* mentionne qu'à faible dose (5 %), l'huile de *R. communis* induit une déformation et retarde l'émergence des adultes issus des larves traitées (Tounou et al., 2011). En revanche, avec des doses élevées (10 %), ces auteurs obtiennent une forte mortalité des larves. Par ailleurs, il s'est révélé que l'huile essentielle d'*Ocimum canum* Sims (Lamiaceae) à 4 µl·ml⁻¹ est très toxique (100 % de mortalité) pour *A. gossypii* (Akantetou et al., 2011). Cette toxicité est probablement liée au composé majoritaire de cette huile (terpinéol-4), dont l'efficacité est similaire à celle de l'huile complète. Sur *P. xylostella*, Laba et al. (2012) ont montré qu'au bout de 48 h, l'effet de l'huile essentielle (2 g·l⁻¹) de *Cymbopogon schoenanthus* (L.) Spreng. (Poaceae) est six fois supérieur (60 % de mortalité) à celui du diméthoate (10 % de mortalité) à une concentration de 0,25 mg de substance active pour 40 µl de solution. L'activité biocide de cette huile essentielle (*C. schoenanthus*) a été notifiée également sur *A. gossypii* (Bokobana et al., 2014). Nadio et al. (2015) ont, pour leur part, mis en évidence l'activité insecticide de l'huile essentielle d'*Ocimum sanctum* L. (Lamiaceae) sur les larves de *Dysdercus voelkeri* Schmidt. En investiguant sur l'effet de mélange de l'huile essentielle de *C. schoenanthus* et de l'huile d'*A. indica* sur *P. xylostella*, Kolani et al. (2016) ont démontré que le mélange de ces huiles a une efficacité plus élevée que si elles sont utilisées séparément. En condition naturelle (plein champ), Habou et al. (2011) ont confirmé l'activité biocide de l'huile de *Jatropha* sp. sur les ravageurs du niébé. En effet, l'application de cette huile au 35^e, 45^e et 60^e jours après semis a permis de réduire l'abondance des thrips (*Megalurothrips sjöstedt* Trybom), des punaises (*Anoplocnemis curvipes* Fabricus) et la sévérité des attaques d'*Aphis craccivora* Koch, ainsi que d'augmenter le rendement par rapport au témoin non traité.

Impacts des extraits de plantes sur les organismes auxiliaires. En considérant le faible nombre d'études qui leur a été consacré, on peut penser que les extraits de plantes ont peu d'impacts négatifs sur les auxiliaires en comparaison de ceux occasionnés par les insecticides de synthèse. En effet, leur application permet de maintenir un équilibre écologique entre ravageurs et auxiliaires (Mochiah et al., 2011). Comparé aux insecticides de synthèse, Amoabeng et al. (2013) ont, par exemple, constaté que la population des auxiliaires (*Coccinella magnifica* Redtenbacher, *Episyrphus balteatus* De Geer) et des araignées prédatrices était plus importante sur les parcelles de chou traitées avec des extraits de plants que des insecticides de synthèse. Similairement, des taux de parasitisme élevés de *P. xylostella*, notamment par les hyménoptères *Oomyzus sokolowskii* Kurdjumov et *Apanteles litae*

Nixon, ont été enregistrés dans les parcelles de chou traitées avec un produit à base d'*A. indica* comparé à celles traitées au diméthoate (Sow et al., 2015). Cet équilibre écologique est beaucoup plus en faveur de la lutte biologique que le déséquilibre écologique causé par l'usage des pesticides de synthèse.

4.2. Plantes pesticides et association des cultures

L'association de cultures d'espèces différentes consiste à produire différentes spéculations sur une même parcelle. Elle est généralement bénéfique pour les producteurs lorsqu'elle est bien organisée car elle favorise les interactions au sein de la communauté des arthropodes. Les avantages de cette forme de production sur le contrôle des bioagresseurs ont fait l'objet d'une synthèse bibliographique (Malézieux et al., 2009).

Interaction avec les arthropodes ravageurs.

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*) est constatée dans les parcelles associées (Asare-Bediako et al., 2010 ; Mochiah et al., 2011 ; Baidoo et al., 2012). Le même constat a été mentionné sur des parcelles associées *A. esculentus* - *O. basilicum* pour le contrôle des ravageurs d'*A. esculentus* (Amoatey & Acquah, 2010). De même, Assogba-Komlan et al. (2012) ont montré que les parcelles de chou en association avec des plants d'*O. gratissimum* étaient moins infestées par les chenilles des lépidoptères *S. littoralis*, *P. xylostella* et *H. undalis* que celles de chou cultivé seul. Cette réduction de l'incidence des dégâts entraîne une augmentation des rendements (Amoatey & Acquah, 2010 ; Mochiah et al., 2011 ; Assogba Komlan et al., 2012).

Interaction avec les arthropodes auxiliaires.

Dans les rares études réalisées sous les tropiques, en Afrique la réduction des populations des insectes ravageurs dans les systèmes d'association culturale est souvent attribuée à la présence des auxiliaires. Généralement, la population de ces organismes ne diffère pas significativement entre les parcelles associées et non associées (Mochiah et al., 2011). En effet, les parcelles non associées sont plus infestées et constituent une ressource alimentaire importante pour les auxiliaires, ce qui expliquerait notamment le nombre important d'auxiliaires sur ces parcelles. Néanmoins, la présence de ces auxiliaires permet de maintenir la pression des ravageurs dans les parcelles associées et de minimiser les dégâts des ravageurs (Mochiah et al., 2011) et

l'utilisation des pesticides de synthèse (Amoatey & Acquah, 2010).

5. DISCUSSION

Pour remédier aux problèmes résultants de l'utilisation des pesticides de synthèse, les plantes pesticides se présentent comme une alternative prometteuse dans le contexte de l'Afrique de l'Ouest. En effet, la littérature scientifique démontre que de nombreuses plantes de la flore ouest africaine disposent d'un énorme potentiel biocide sur une large gamme de bioagresseurs. La plupart de ces plantes ne sont pas cultivées, telle que *A. indica*, espèce sans doute la plus utilisée comme plante pesticide. Mais comme toute autre méthode de lutte, l'utilisation de plantes pesticides présente des avantages et des limites.

5.1. Avantages de l'usage des plantes pesticides

D'une façon générale, les extraits de plantes pesticides sont moins dangereux que les pesticides de synthèse (Wainwright et al., 2013), même si certains extraits de plantes comme la nicotine peuvent être toxiques à certaines doses sur les organismes vivants (Slotkin et al., 2016). La décomposition assez rapide et la faible action polluante sont des avantages des extraits de plantes (Wainwright et al., 2013). Dans certaines conditions, les extraits de plantes peuvent avoir une efficacité comparable à celle des insecticides classiques. Si cette dernière efficacité n'est pas complète, elle peut néanmoins permettre de maintenir la population des ravageurs en dessous du seuil de nuisibilité et réduire l'usage des pesticides de synthèse utilisés sur les légumes. En termes de résidus de pesticides, la qualité sanitaire des cultures est ainsi améliorée, ce qui peut minimiser les risques d'intoxication des populations. Les produits naturels issus des plantes peuvent aussi permettre d'accroître les rendements avec un rapport cout/bénéfice comparable à celui des pesticides de synthèse (Amoabeng et al., 2014). Dans le cadre des cultures associées, les plantes pesticides assurent un équilibre écologique entre ravageurs et auxiliaires. Ainsi, l'ensemble de ces éléments montre que les extraits de plantes pesticides peuvent dans certaines situations substituer valablement les pesticides de synthèse en matière d'efficacité. Ils devraient ainsi constituer une des composantes essentielles des programmes de gestion intégrée des bioagresseurs.

5.2. Limites à l'usage des plantes pesticides

Les contraintes liées à l'utilisation des plantes pesticides dans la protection des cultures sont de deux ordres : les limites liées à la perception générale de leur usage par

les producteurs eux-mêmes et celles résultant du cadre institutionnel et réglementaire.

Limites liées à la perception des producteurs. Malgré les avantages énumérés, les plantes pesticides sont très peu utilisées par les producteurs maraichers. En effet, le temps nécessaire pour réaliser les extraits est souvent considéré comme trop long, le nombre de traitements requis trop important et la spécificité de ces extraits forment quelques-unes des raisons qui n'encouragent pas leur utilisation par les producteurs (Adékambi et al., 2010). En matière d'efficacité, la lenteur de leurs effets, leur faible rémanence et le spectre d'action très réduit, comparé à celui des produits de synthèse, sont souvent considérés comme un inconvénient par les producteurs (Adékambi et al., 2010 ; Tounou et al., 2011). Ces produits sont généralement proposés par des petites unités de production ou des associations locales qui les fabriquent en très faibles quantités, ce qui limite leur disponibilité. En effet, ces petites unités de transformation ne disposent souvent pas d'assez de ressources matérielles et financières pour pouvoir rentabiliser leur activité. Lorsqu'ils sont vendus dans le commerce, ces extraits ou formulations coutent relativement plus chers que les pesticides de synthèse (James et al., 2010 ; Adétonah et al., 2011).

Limites liées à la réglementation et à l'homologation.

En Afrique, la législation sur l'homologation, la réglementation et la commercialisation des biopesticides d'origine végétale (toutes formulations à base de substances actives d'origine végétale, destinées à la protection des produits végétaux) reste encore très embryonnaire. En 2017, seul le Ghana dispose d'une réglementation en Afrique de l'Ouest, en plus de celle du Kenya en Afrique de l'Est (Fotio & Temwa, 2012). L'homologation des biopesticides dans les pays africains reste un défi, car leur utilisation doit faire l'objet d'une évaluation identique à celle des pesticides de synthèse. Cette démarche est inaccessible pour une petite unité de fabrication locale. Les questions de la variabilité de l'efficacité des extraits de plantes (**Tableaux 3 et 4**) et celle du prix au producteur, qui doit rester abordable, sont également deux aspects à travailler.

6. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Les pesticides végétaux sont loin de remplacer rapidement les pesticides de synthèse, notamment en grandes cultures. En production maraichère néanmoins, ils peuvent être une solution alternative et contribuer à la préservation de la santé des populations. Parmi les plantes considérées comme intéressantes, les espèces d'*Ocimum*, présentes dans la plupart des pays africains,

ont des vertus thérapeutiques et médicinales. Certaines sont consommées comme des légumes feuilles ou des épices en Afrique de l'Ouest. Explorer leurs capacités à contrôler les bioagresseurs des cultures maraichères et optimiser leur utilisation pourraient ainsi être une bonne perspective de recherche. Mais d'une manière plus générale, pour faciliter l'adoption des plantes pesticides, la population doit être davantage sensibilisée sur la sécurité renforcée des produits traités avec les pesticides à base de plante et leurs avantages à long terme. Cela nécessite une volonté politique d'États prêts à soutenir, subventionner et encourager les partenariats privé-public pour le développement de cette filière particulière. En se référant aux plantes pesticides recensées dans cette revue, on constate que la plupart d'entre elles sont des plantes non cultivées. Pour le producteur, qui ne perçoit pas l'avantage direct et immédiat dont il peut bénéficier en cultivant ce genre de plante, il faudra le convaincre du bénéfice qu'il pourra en espérer, par exemple en lui assurant qu'il pourra vendre sa production à une entité locale de transformation. Il trouvera plus de motivation à produire une plante du genre *Ocimum* considérée comme légume dont il pourra obtenir un avantage immédiat. Dans le contexte plus général de la perte de biodiversité liée aux changements climatiques, il apparaît important de prendre des mesures qui permettront d'assurer la pérennité de ces espèces.

Remerciements

Ce travail entre dans le cadre du projet de thèse financé par le Projet Dream ACP du programme Erasmus Mundus. Un sincère remerciement à Momar Talla GUEYE (PhD) et Hervé KOMBIENI (PhD) pour la relecture du manuscrit et leurs recommandations.

Bibliographie

- Abbes K., Harbi A. & Chermiti B., 2012. The tomato leafminer *Tuta absoluta* (Meyrick) in Tunisia: current status and management strategies. *Bull. OEPP/EPPO Bull.*, **42**(2), 226-233.
- Adegbite A.A., 2011. Effects of some indigenous plant extracts as inhibitors of egg hatch in root-knot nematode (*Meloidogyne incognita* race 2). *Am. J. Exp. Agric.*, **1**(3), 96-100.
- Adékambi S.A., Adégbola P.Y. & Arouna A., 2010. Perception paysanne et adoption des biopesticides et/ou extraits botaniques en production maraichère au Bénin. *In : Contributed Paper Presented at the Joint 3rd African Association of Agricultural Economists (AAAE) and 48th Agricultural Economists Association of South Africa (AEASA) Conference, September 19-23, Cape Town, South Africa.*

- Adesina J.M., Ileke K.D., Yallappa R. & Ofuya T.I., 2016. Insecticidal evaluation of *Bridelia micrantha* and *Dalbergia lactea* aqueous extracts for the control of *Podagrica uniforma* (Jacoby) and *Nisotra dilecta* (Jacoby) (Coleoptera: Chysomelidae) infestation on okra. *AGRIVITA J. Agric. Sci.*, **38**(3), 269-274.
- Adétonah A. et al., 2011. Perceptions et adoption des méthodes alternatives de lutte contre les insectes des cultures maraichères en zone urbaine et péri-urbaine au Bénin et au Ghana. *Bull. Rech. Agron. Bénin*, **69**, 1-10.
- Afouda L. et al., 2012. Effet de l'hyptis (*Hyptis suaveolens*), du neem (*Azadirachta indica*), du vernonia (*Vernonia amygdalina*) et de l'amarante (*Amaranthus* sp.) sur les nématodes à galles (*Meloidogyne* spp.) en cultures maraichères. *Agron. Afr.*, **24**(3), 209-218.
- Agboyi L.K. et al., 2016. Pesticide resistance in *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) populations from Togo and Benin. *Int. J. Trop. Insect Sci.*, **36**(4), 204-210.
- Ahouangninou C., Fayomi E.B. & Martin T., 2011. Évaluation 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.
- Ahouangninou C. et al., 2013. Using *Aedes aegypti* larvae to assess pesticide contamination of soil, groundwater and vegetables. *Br. Biotechnol. J.*, **3**(2), 143-157.
- Akantetou P.K. et al., 2011. Évaluation du potentiel insecticide de l'huile essentielle de *Ocimum canum* Sims sur *Aphis gossypii* Glover (Homoptera : Aphididae) au Togo. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **5**(4), 1491-1500.
- Amoabeng B.W. et al., 2013. Tri-trophic insecticidal effects of African plants against cabbage pests. *PLoS One*, **8**(10), e78651.
- Amoabeng B.W., Gurr G.M., Gitau C.W. & Stevenson P.C., 2014. Cost:benefit analysis of botanical insecticide use in cabbage: implications for smallholder farmers in developing countries. *Crop Prot.*, **57**, 71-76.
- Amoatey C.A. & Acquah E., 2010. Basil (*Ocimum basilicum*) intercrop as a pest management tool in okra cultivation in the Accra plains. *Ghana J. Hort.*, **8**, 65-70.
- Anjarwalla P. et al., 2016. *Handbook on pesticidal plants*. Nairobi: World Agrofor Cent (ICRAF).
- Asare-Bediako E., Addo-Quaye A.A. & Mohammed A., 2010. Control of diamondback moth (*Plutella xylostella*) on cabbage (*Brassica oleracea* var *capitata*) using intercropping with non-host crops. *Am. J. Food Technol.*, **5**(4), 269-274.
- Asare-Bediako E., Addo-Quaye A. & 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.
- Assogba-Komlan F. et al., 2007. Pratiques culturales et teneur en éléments anti nutritionnels (nitrates et pesticides) du *Solanum macrocarpum* au sud du Bénin. *Afr. J. Food Agric. Nutr. Dev.*, **7**(4), 1-21.
- Assogba-Komlan F., Yarou B.B., Mensah A. & Simon S., 2012. *Les légumes traditionnels dans la lutte contre les bioagresseurs des cultures maraichères : associations culturales avec le Tchayo* (*Ocimum gratissimum*) et le Yantoto (*Launaea taraxacifolia*). Fiche technique. Cotonou, Bénin : INRAB.
- Baidoo P.K., Mochiah M.B. & 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.
- Bayaso I., Nahunnaro H. & Gwary D.M., 2013. Effects of aqueous extract of *Ricinus communis* on radial growth of *Alternaria solani*. *Afr. J. Agric.*, **8**(37), 4541-4545.
- Bokobana E.M. et al., 2014. Évaluation du potentiel insecticide et répulsif de l'huile essentielle de *Cymbopogon schoenanthus* (L.) Spreng. sur *Aphis gossypii* Glover (Homoptera : Aphididae), ravageur du cotonnier au Togo. *Rev. Cames*, **2**(2), 48-55.
- Bolou Bi Bolou A. et al., 2015. Inhibition de *Sclerotium rolfsii* Sacc. (Corticaceae), agent causal de la pourriture du collet de la tige de la tomate (Solanaceae), par *Xylopiia aethiopica* (Dunal) A.Rich. (Annonaceae) et *Trichoderma* sp. *Eur. Sci. J.*, **11**(12), 61-85.
- Bordat D. & Arvanitakis L., 2004. *Arthropodes des cultures légumières d'Afrique de l'Ouest, centrale, Mayotte et Réunion*. Montpellier, France : CIRAD/FLHOR.
- Commission européenne, 2009. Règlement CE n°1107/2009 du Parlement européen et du Conseil du 21 octobre 2009 concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques et abrogeant les directives 79/117/CEE et 91/414/CEE du Conseil. *J. Off. Union Eur.*, **309**(1), 1-50.
- CSP, 2016. *Liste globale pesticides autorisés par le comité sahélien des pesticides*, http://www.reca-niger.org/IMG/pdf/liste_pesticides_autorises_maraichage_fevrier2016.pdf, (20/9/2017).
- Diabaté D., Gnago J.A., Koffi K. & Tano Y., 2014. The effect of pesticides and aqueous extracts of *Azadirachta indica* (A.Juss.) and *Jatropha carcus* L. on *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrididae) and *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) found on tomato plants in Côte d'Ivoire. *J. Appl. Biosci.*, **80**, 7132-7143.
- Doumbouya M. et al., 2012. Activités comparées *in vitro* de deux fongicides de synthèse et de deux huiles essentielles, sur des champignons telluriques des cultures maraichères en Côte d'Ivoire. *J. Appl. Biosci.*, **50**, 3520-3532.
- Echereobia C.O., Okerere C.S. & Emeaso K.C., 2010. Determination of repellence potentials of some aqueous plant extracts against okra flea beetles *Podagrica uniforma*. *J. Biopesticides*, **3**(2), 505-507.
- FAO, 2012. *Growing greener cities in Africa. First status report on urban and peri-urban horticulture in Africa*. Roma: FAO.
- Fening K.O., Adama I. & Tegbe R.E., 2014. On-farm evaluation of homemade pepper extract in the

- management of pests of cabbage, *Brassica oleracea* L., and french beans, *Phaseolus vulgaris* L., in two agro-ecological zones in Ghana. *Afr. Entomol.*, **22**(3), 552-560.
- Fotio D. & Temwa A., 2012. *Les biopesticides de plus en plus préconisés mais peu utilisés en agriculture de l'Afrique de l'Ouest et du Centre*, http://www.cpac-cemac.org/article_fr.php?IDActu=209, (20/09/2017).
- Gnago J.A. et al., 2010. Efficacité des extraits de neem (*Azadirachta indica*) et de papayer (*Carica papaya*) dans la lutte contre les insectes ravageurs du gombo (*Abelmoschus esculentus*) et du chou (*Brassica oleracea*) en Côte d'Ivoire. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **4**(4), 953-966.
- Grubben G.J.H. & Denton O.A., 2004. *Ressources végétales de l'Afrique tropicale. 2. Légumes*. Wageningen, Pays-Bas : Fondation PROTA ; Wageningen, Pays-Bas : CTA ; Leiden, Pays-Bas : Backhuys Publishers.
- Habou Z.A. et al., 2011. Insecticidal effect of *Jatropha curcas* oil on the aphid *Aphis fabae* (Hemiptera: Aphididae) and on the main insect pests associated with cowpeas (*Vigna unguiculata*) in Niger. *Trop. Subtrop. Agroecosyst.*, **29**(4), 225-229.
- Houndété T.A. et al., 2010. Insecticide resistance in field populations of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) in West Africa. *Pest Manage. Sci.*, **66**(11), 1181-1185.
- James B. et al., 2010. *Gestion intégrée des nuisibles en production maraichère : guide pour les agents de vulgarisation en Afrique de l'Ouest*. Ibadan, Nigéria: IITA.
- Kambou G. & Guissou I.P., 2011. Phytochemical composition and insecticidal effects of aqueous spice extracts on insect pests found on green beans (*Phaseolus vulgaris*) in Burkina Faso. *Tropicultura*, **29**(4), 212-217.
- Kanda M. et al., 2009. Le maraichage périurbain à Lomé : pratiques culturelles, risques sanitaires et dynamiques spatiales. *Cah. Agric.*, **18**(4), 356-363.
- Kanda M. et al., 2013. Application des pesticides en agriculture maraichère au Togo. *Vertigo*, **13**(1), 4-8.
- Kanda M., Akpavi S. & Wala K., 2014. Diversité des espèces cultivées et contraintes à la production en agriculture maraichère au Togo. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **8**(1), 115-127.
- Kankam F. & Sowley E.N.K., 2016. Evaluation of neem (*Azadirachta indica* L.) products for the control of root-knot nematode of chilli pepper (*Capsicum annum* L.). *Arch. Phytopathol. Plant Prot.*, **49**(5-6), 111-119.
- Kolani L. et al., 2016. Investigation of insecticidal activity of blend of essential oil of *Cymbopogon schoenanthus* and neem oil on *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *J. Essent. Oil Bearing Plants*, **19**(6), 1478-1486.
- Laba B. et al., 2012. Efficacy of *Cymbopogon schoenanthus* L. Spreng (Poaceae) extracts on diamondback moth damaging cabbage. *J. Biofertilizers Biopesticides*, **3**(3), 1-4.
- Malézieux E. et al., 2009. Mixing plant species in cropping systems: concepts, tools and models. A review. *Agron. Sustainable Dev.*, **29**(1), 43-62.
- Mochiah M., Banful B. & Fening K., 2011. Botanicals for the management of insect pests in organic vegetable production. *J. Entomol. Nematol.*, **3**, 85-97.
- MOMAGRI, 2016. *Chiffres-clés de l'Agriculture*, http://www.momagri.org/FR/chiffres-cles-de-l-agriculture/Avec-pres-de-40%25-de-la-population-active-mondiale-l-agriculture-est-le-premier-pourvoyeur-d-emplois-de-la-planete_1066.html, (20/09/2017).
- Mondédji A.D. et al., 2014a. Evaluation of neem leaves-based preparations as insecticidal agents against the green peach aphid, *Myzus persicae* (Sternorrhyncha: Aphididae). *Afr. J. Agric. Res.*, **9**(13), 1086-1093.
- Mondédji A.D. et al., 2014b. Efficacité d'extraits de feuilles de neem *Azadirachta indica* (Sapindale) sur *Plutella xylostella* (Lepidoptera : Plutellidae), *Hellula undalis* (Lepidoptera : Pyralidae) et *Lipaphis erysimi* (Hemiptera : Aphididae) du chou *Brassica oleracea* (Brassicaceae) dans une approche « Champ École Paysan » au Sud du Togo. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **8**(5), 2286-2295.
- Mondédji A.D. et al., 2015. Analyse de quelques aspects du système de production légumière et perception des producteurs de l'utilisation d'extraits botaniques dans la gestion des insectes ravageurs des cultures maraichères au Sud du Togo. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **9**(1), 98-107.
- Nadio N.A. et al., 2015. Propriétés insecticides et répulsives de l'huile essentielle d'*Ocimum sanctum* L. envers *Dysdercus voelkeri* Schmidt (Heteroptera ; Pyrrhocoridae). *Rev. Cames*, **3**(2), 65-72.
- Ngom S., Traore S., Thiam M.B. & Anastasie M., 2012. Contamination des produits agricoles et de la nappe phréatique par les pesticides dans la zone des Niayes au Sénégal. *Synthèse Rev. Sci. Technol.*, **25**, 119-130.
- Obi V.I. & Barriuso-Vargas J.J., 2013. Effect of some botanicals on *Colletotrichum destructivum* O'Gara of cowpea. *Afr. J. Microbiol. Res.*, **7**(37), 4576-4581.
- Odhiambo J.A.O., Gbewonyo W.S.K. & Obeng-Ofori D., 2014. Insecticide use pattern and residue levels in cabbage (*Brassica oleracea* var *capitata* L.) within selected farms in Southern Ghana. *J. Energy Nat. Resour. Manage.*, **1**(1), 44-55.
- Ogayo K.O. et al., 2015. Bioactivity of *Leonotis nepetifolia* and *Ocimum gratissimum* extracts in management of *Tetranychus urticae* Koch on French beans. *Global J. Bio-Science Biotechnol.*, **4**(3), 282-286.
- Okereke V., Wokocho R. & Godwin-Egein M., 2007. Evaluation of *Trichoderma harzianum*, some botanicals and a fungicide on *Sclerotium* wilt of potted tomato. *Agric. J.*, **2**(5), 555-558.
- Sæthre M.-G. et al., 2011a. Aphids and their natural enemies in vegetable agroecosystems in Benin. *Int. J. Trop. Insect Sci.*, **31**(1-2), 103-117.

- Sæthre M.-G. et al., 2011b. Pesticide residues analysis of three vegetable crops for urban consumers in Benin. *Bioforsk Rep.*, **6**(40), 1-24.
- Settle W. & Garba M.H., 2011. Sustainable crop production intensification in the Senegal and Niger River basins of francophone West Africa. *Int. J. Agric. Sustainability*, **9**(1), 171-185.
- Settle W. et al., 2014. Reducing pesticide risks to farming communities: cotton farmer field schools in Mali. *Philos. Trans. R. Soc. London, Ser. B*, **369**, 20120277.
- Slotkin T.A., Stadler A., Skavicus S. & Seidler F.J., 2016. Adolescents and adults differ in the immediate and long-term impact of nicotine administration and withdrawal on cardiac norepinephrine. *Brain Res. Bull.*, **122**, 71-75.
- Son D., Somda I., Legreve A. & Schiffers B., 2017. Pratiques phytosanitaires des producteurs de tomates du Burkina Faso et risques pour la santé et l'environnement. *Cah. Agric.*, **26**, 25005.
- Sow G. et al., 2015. The use of *Bacillus thuringiensis* and neem alternation on *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) and its effects on natural enemies in cabbage production. *Acta Hortic.*, **1099**, 391-398.
- Tounou A.K. et al., 2011. Bio-insecticidal effects of plant extracts and oil emulsions of *Ricinus communis* L. (Malpighiales: Euphorbiaceae) on the diamondback, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) under laboratory and semi-field conditions. *J. Appl. Biosci.*, **43**, 2899-2914.
- Traoré O. et al., 2015. Effet des extraits du thé de Gambie (*Lippia multiflora* Moldenk) et du neem (*Azadirachta indica* A.Juss.) sur *Helicoverpa armigera* et les thrips de la tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *J. Appl. Biosci.*, **95**, 8930-8936.
- Wainwright H., Wanyamay C. & Cherotich N., 2013. Biopesticides and their commercialisation in Africa. In: *Proceedings of the First International Conference on Pesticidal Plants, 21-24 January 2013, Egerton University and ICIPE, Nairobi, Kenya*, 189-191.
- Yehouenou A. Pazou E. et al., 2006. Contamination of fish by organochlorine pesticide residues in the Ouémé River catchment in the Republic of Benin. *Environ. Int.*, **32**(5), 594-599.
- Yolou F.I. et al., 2015. Maraichage en milieu urbain à Parakou au Nord-Bénin et sa rentabilité économique. *Int. J. Innovation Sci. Res.*, **19**(2), 290-302.
- Zirihi G.N., Soro S., Kone D. & Kouadio Y.J., 2008. Activité antifongique de l'extrait naturel de *Combretum* sp. *in vitro* sur 3 espèces fongiques telluriques des cultures de tomate en Côte d'Ivoire. *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, **11**, 131-142.

(68 réf.)