

# **Efficacité Du Kaolin (Kalaba) Dans La Gestion Intégrée Des Chenilles Endocarpiques Du Cotonnier Dans La Zone Centre Du Bénin**

***G. Bonni***

***T. Houndete***

Institut National des Recherches Agricoles du Bénin/ Centre de Recherches Agricoles Coton et Fibres (INRAB/CRA-CF), Abomey-Calavi, Bénin

***A. Paräiso***

Université de Parakou, Ecole Doctorale Sciences Agronomiques et Eau, Laboratoire de Protection des Végétaux, de Pathologie et de Parasitologie des abeilles (LAPPAB)

***A. Hougni***

Institut National des Recherches Agricoles du Bénin/ Centre de Recherches Agricoles Coton et Fibres (INRAB/CRA-CF), Abomey-Calavi, Bénin

doi: 10.19044/esj.2017.v13n21p67 [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2017.v13n21p67](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2017.v13n21p67)

---

## **Abstract**

The study on the efficacy of Kaolin in the integrated management of the endocarpiques larvae of cotton was undertaken in the center of Benin. The objective of the work was to evaluate the potentiality of Kaolin in the control of some endocarpiques larvae of the cotton plant. To achieve this goal, a Fisher block device with 4 treatments and 4 repetitions were set up on two sites. The treatments developed consisted of an untreated plot ; a plot treated with Lambdacyalothrine 15 g/l - chlorpyrifos ethyl 300 g/l; a plot treated with kaolin 5% and another one with the mixture kaolin + Lambdacyalothrine 15 g/l - chlorpyrifos ethyl 300 g/l. The treatment with kaolin was achieved with a back, maintained pressure sprayer. Ten applications were conducted with the kaolin used alone and 6 with the other objects. Results showed that there is no significant difference between the average number of larvae recorded in the plots treated with kaolin and plots which served as control of reference (Lamdacyalothrine 15 g/l - chlorpyrifos ethyl 300 g/l at 1 l/ha). It was the same for the percentage of attacked green capsules and cotton seed production. The effect of kaolin in the control of *Haritalodes derogata* was low (11.6% of plants attacked against 0.1 % for the chemical reference control and 22.9 % for the untreated plot). The results of Kaolin associated with the binary acaricide, showed that

the number of endocarpiques larvae has been significantly reduced compared to the reference control. This study indicates that kaolin can be used like other biological pesticides, as alternative to chemical control and then, constituted an important component of the integrated cotton pests management.

---

**Keywords:** Cotton, *Pectinophora gossypiella*, *Thaumatotibia leucotreta*, Kaolin, Integrated cotton' pests management

---

### Résumé

Les travaux sur l'efficacité du Kaolin dans la gestion intégrée des chenilles endocarpiques du cotonnier ont été réalisés dans le Centre du Bénin. L'objectif visé par les travaux était d'évaluer la potentialité du Kaolin dans la lutte contre quelques chenilles endocarpiques du cotonnier. Pour atteindre cet objectif, un dispositif en Bloc de Fisher ayant 4 traitements et 4 répétitions a été mis sur pied sur deux sites. Les traitements mis en comparaison étaient constitués d'une parcelle non traitée ; d'une parcelle traitée à Lambdacyalothrine 15 g/l - chlorpyrifos éthyl 300 g/l; d'une parcelle traitée au kaolin 5 % et d'une autre traitée au mélange kaolin + Lambdacyalothrine 15 g/l - chlorpyrifos éthyl 300 g/l. Le traitement au kaolin a été réalisé avec un pulvérisateur à dos, à pression entretenue. Dix applications ont été réalisées au kaolin utilisé seul et 6 sur les autres objets. Les résultats ont montré qu'il n'y a pas de différence significative entre le nombre moyen de chenilles répertoriées dans les parcelles traitées avec le kaolin et les parcelles qui ont servi de témoin de référence (Lamdacyalothrine 15 g/l - chlorpyrifos éthyl 300 g/l, à 1 l/ha). Il en est de même pour le pourcentage de capsules vertes attaquées et la production de coton graine. L'effet du kaolin dans le contrôle du phyllophage *Haritalodes derogata* a été faible, (11,6 % de plants attaqués contre 0,1% pour le témoin chimique de référence et 22,9 % pour la parcelle non traitée). Les résultats du Kaolin associé au binaire acaricide, ont montré que le nombre de chenilles endocarpiques a été significativement réduit par rapport à celui du témoin de référence. Cette étude indique que le kaolin peut, à l'instar des autres pesticides biologiques, être utilisé comme alternative à la lutte chimique contre les ravageurs du cotonnier et constitué une composante importante dans la gestion intégrée des ravageurs du cotonnier.

---

**Mots clés :** Cotonnier, *Pectinophora gossypiella*, *Thaumatotibia leucotreta*, kaolin, gestion intégrée

## **Introduction**

Au Bénin, la filière coton est l'un des principaux moteurs de l'économie nationale à l'instar d'un certain nombre de pays d'Afrique francophone notamment le Mali, le Burkina Faso, le Tchad et le Togo (Hussein *et al*, 2005; Hougni, 2009). Cette culture fait face à plusieurs contraintes, notamment sur le plan phytosanitaire. Les chenilles endocarpiques constituent plus de 50% des espèces rencontrées dans la zone Centre et Sud du Bénin (Vaissayre et Deguine, 1996 ; INRAB, 2004-2005 ; INRAB, 2006-2007). Pour contrôler ces espèces, les produits de référence utilisés pendant plus de deux décennies étaient les pyréthrinoïdes pour lesquels *Helicoverpa armigera*, l'un des principaux ravageurs du cotonnier au Bénin est devenu résistant (Djihinto, 1999; Martin *et al*, 2000 ; Martin *et al*, 2003 ; Ochou *et al*, 2012). Pour gérer cette résistance, l'utilisation des pyréthrinoïdes a été déconseillée pendant les 80 premiers jours de la végétation. Des études d'autres produits alternatifs aux pyréthrinoïdes étaient nécessaires pour contrôler non seulement les chenilles endocarpiques, mais aussi gérer la résistance de *H. armigera* aux pyréthrinoïdes. A cet effet le kaolin a été testé dans la zone de pullulation des chenilles endocarpiques, notamment à Savalou et à Gobé, dans le département des Collines, au centre du Bénin avec pour objectif d'évaluer dans une situation de changement climatique, l'effet du Kaolin en milieux réels dans le contrôle des chenilles endocarpiques du cotonnier.

## **Matériel et méthodes**

### **Matériel**

#### **Sites de l'étude**

L'étude a été conduite dans les communes de Savalou (1°51'31''E 7°54'30''N) et de Savè (2°25'6''E, 8°00'149''N), où prédominent les espèces de chenilles endocarpiques. La hauteur moyenne annuelle des pluies dans la zone est de 1150 mm. Les températures y sont élevées toute l'année avec des minima qui se situent entre 23 et 24°C et des maxima qui varient de 35 à 36°C. La végétation est composée par endroit de galeries forestières, de forêts denses sèches, semi-décidues, de forêts claires, de savanes boisées, de savanes arbustives et saxicoles (Figure 1).

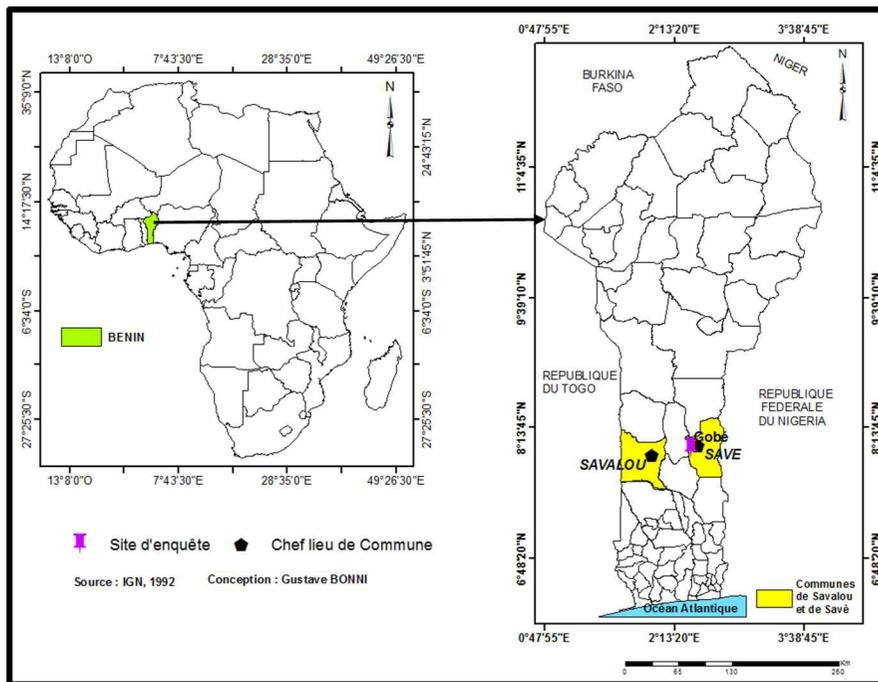


Figure 1 : Localisation des sites d'expérimentation

## Matériel d'étude

Le matériel végétal est composé de la variété de cotonnier « OKP 768 », variété issue des travaux d'amélioration intra spécifique de l'espèce *Gossypium hirsutum* L du Centre de Recherche Agricole Coton et Fibres (CRA-CF). Le kaolin est obtenu dans le commerce, provenant du Nigeria. Les produits de synthèse utilisés sont des produits homologués au Bénin.

## Méthodes

Installation de l'essai : L'essai a été conduit au cours de la campagne cotonnière 2016-2017. Les semis du cotonnier ont été réalisés au mois de juillet dès que les pluies se sont installées. Le semis a été réalisé à 5 graines par poquet et les plants ont été démarqués à 2 plants par poquet. L'espace entre deux lignes est de 0,8 m et de 0,4 m entre les plants, soit 62 500 plants/ha. L'engrais azoté a été apporté entre le 1<sup>er</sup> et le 15<sup>ème</sup> jour après le semis (j.a.s.) et l'urée au 40<sup>ème</sup> j.a.s. Deux sarclo-binages ont été réalisés aux 15<sup>ème</sup> et 35<sup>ème</sup> j.a.s. et un sarclo-buttage vers le 40<sup>ème</sup> j.a.s.

Le dispositif expérimental : Un dispositif en bloc de Fisher fait de 4 traitements et 4 répétitions a été utilisé. Les traitements mis en comparaison sont : la parcelle non traitée, le traitement au produit chimique de synthèse (Lambdacyalothrine 15 g/l- chlorpiriphos éthyl 300 g/l), le traitement au Kaolin 5 % et le traitement au produit de synthèse + Kaolin 5 %. Le

pulvérisateur à dos, à pression entretenue, Solo 425 a été utilisé pour le traitement du Kaolin en suspension dans 100 litres d'eau (5 kg de kaolin dans 95 litres d'eau). Dix applications ont été réalisées toutes les semaines à partir du 50<sup>ème</sup> j.a.l sur les parcelles traitées au kaolin seul, tandis que le produit chimique de synthèse et le mélange produits de synthèse+kaolin ont été appliqués tous les 14 jours à partir du 50<sup>ème</sup> j.a.l., soit en six applications.

Les données collectées : Les observations ont été réalisées chaque semaine sur 30 plants, pris par groupe de 5 plants par ligne et sur les six lignes centrales, suivant une diagonale. Le nombre de chenilles a été dénombré dans les fleurs en rosette ou autres organes apparemment attaqués. Le nombre de plants attaqués par *Haritalodes derogata* et par *Aphis gossypii* a été aussi dénombré. Les analyses sanitaires des capsules vertes ont été réalisées sur 50 capsules vertes de même âge (de diamètre supérieur à 2 cm). Elles ont été collectées sur les lignes N<sup>os</sup> 2 et 7, chaque semaine du 80<sup>ème</sup> au 115<sup>ème</sup> jour après la levée (j.a.l.). Dans chaque parcelle élémentaire, ces capsules ont été réparties en capsules saines (sans dégâts) et attaquées (trouées et piquées). Les ravageurs en présence ont été identifiés et dénombrés.

La récolte de coton graine a été réalisée en 3 passages sur les deux lignes centrales de la parcelle et sur une distance de 7 m en laissant 1 m de bordure aux deux extrémités de chaque ligne.

Analyses statistiques : Les analyses des résultats sont réalisées à l'aide du logiciel d'analyses statistiques STATENTO. Les coefficients de variation calculés sur les variables naturelles non transformées, la transformation retenue pour chaque variable, la valeur du test F de Snedecor pour l'effet blocs et l'effet traitement sont précisés. Lorsque l'effet traitement est significatif au seuil de 0,05, un classement des moyennes est réalisé au moyen du test de Newman et Keulh. Les objets significativement différents l'un de l'autre sont identifiés par des lettres différentes (a,b,c,...). La lettre a, est toujours attribuée au meilleur objet, que ce soit le moins attaqué par les déprédateurs ou le plus productif. Les variables ont été transformées sauf le rendement en coton-graine.

## **Résultats**

### **Résultats d'expérimentation de la station de Savalou**

#### **Nombre moyen de chenilles**

Les résultats du dénombrement de chenilles endocarpiques ont montré qu'il n'y a pas de différence significative entre le nombre moyen de chenilles récoltées dans les parcelles traitées avec le kaolin et celles qui ont servi de témoin de référence (Lambdacyalothrine 15 g/l- chlorpiriphos ethyl 300 g/l à 1 l/ha). Comparativement au témoin de référence, le mélange

‘Kaolin + Lambdacyalothrine -chlorpyrifos éthyl’ a réduit significativement le nombre moyen de chenilles (Tableau 1).

**Tableau 1** : Nombre moyen de chenilles carpophages +

Traitement	Nombre moyen de chenilles sur 30 plants		
	<i>Pectinophora gossypiella</i>	<i>Thaumatotibia leucotreta</i>	Chenilles endocarpiques
Non traité	0,4±0,06 a	2,9±0,31 c	1,8±0,29 c
Lamdacyalothrine- chlorpiriphos éthyl	0,2±0,05 a	0,9±0,06 b	0,9±0,09 b
Kaolin	0,2±0,00 a	1,3±0,11 b	0,8±0,11 b
Kaolin + Lambdacyal.-chlorpyrifos éthyl	0,1±0,06 a	0,2±0,10 a	0,3±0,13 a
P.objet	1,31	0,03	0,02
CV%	80, 8	32,3	34, 7

### Dégâts sur les plants de cotonnier

Pour le contrôle de *Haritalodes (=Syllepte) derogata*, 11.6 % de plants ont été attaqués sur les parcelles traitées au Kaolin seul, soit environ la moitié des plants attaqués sur les parcelles non traitées. La différence est significative entre le pourcentage de plants attaqués sur les parcelles traitées au (Kaolin+ Lambdacyalothrine 15 g/l- chlorpiriphos éthyl 300 g/l) et celles non traitées. Le pourcentage de plants attaqués par *A. gossypii* a été aussi réduit de moitié par rapport aux parcelles non traitées sur les parcelles traitées au kaolin (Tableau 2).

**Tableau 2** : Pourcentage de plants attaqués par *Haritalodes derogata* et *A. gossypii*

Traitement	% de plants attaqués	
	<i>H. derogata</i>	<i>A. gossypii</i>
Non traité	22,9±1,99 b	1,8±0,30 a
Lamdacyalothrine 15 g/l- chlorpiriphos éthyl 300 g/l	0,1±0,21 a	3,0±0,76 a
Kaolin	11,6±7,12 b	0,9±0,25 a
Kaolin + Lambdacyalothrine 15 g/l-chlorpy éthyl 300 g/l	0,0±0,07 a	1,2±0,30 a
P.objet	0,00	0,056
CV%	68,05	63,56

### Analyse sanitaire des capsules vertes

Les résultats obtenus ont montré que les taux moyens de capsules saines, capsules percées, capsules piquées et capsules pourries dans les parcelles traitées au kaolin n'étaient pas significativement différents de ceux dans les parcelles traitées au Lambdacyalothrine 15 g/l- chlorpiriphos éthyl 300 g/ ou au kaolin+ Lambdacyalothrine 15 g/l- chlorpiriphos éthyl 300 g/l (Tableau 3).

**Tableau 3**: Analyses sanitaires des capsules vertes

Traitement	Pourcentage de capsules saines, percées, piquées et pourries			
	<i>Capsules saines</i>	<i>Capsules percées</i>	<i>Capsules piquées</i>	<i>Capsules pourries</i>
Non traité	75,5±0,37 b	1,7±0,21 b	11,9±0,34 c	10,7±0,21 b

Lambdacy. 15 g/l- chlorpy éthyl 300 g/l	95,5±0,32	0,1±0,08	2,0±0,22	2,1±0,21
Kaolin	94,8±0,16	0,7±0,16	0,7±0,16	3,2±0,16
Kaolin + Lambdacy. 15 g/l-chlorpy éthyl 300 g/l	93,4±0,10	0,1±0,16	2,8±0,08	3,6±0,10
P.objet	0,00	0,027	0,00	0,03
CV%	3,3	8,6	20,6	19,7

### Rendement de Coton

Le rendement de coton graine obtenu sur la parcelle traitée au kaolin n'était pas statistiquement différent de celui obtenu sur les parcelles de référence et celui des parcelles traitées au mélange (Kaolin + Lambdacyalothrine 15 g/l- chlorpiriphos éthyl 300 g/l) (Tableau 4)

**Tableau 4** : Rendement de coton graine à Savalou

Traitement	Rendement (Kg/ha)
Non traité	1384±66,96 b
Lambdacyalothrine 15 g/l- chlorpiriphos ethyl 300 g/l	1897±28,09 a
Kaolin	1607±60,45 ab
Kaolin + Lambdacyalothrine 15 g/l-chlorpy ethyl 300 g/l	1875±57,63 a
P.objet	0,018
CV%	32,12

### Résultats d'expérimentation de la station de Gobé (Savè)

Les résultats obtenus sur ce site ont confirmé ceux obtenus à Savalou.

Le nombre moyen de chenilles observées sur le plant (Tableau 5) des parcelles traitées au kaolin, n'est pas différents statistiquement de ceux du témoin de référence.

**Tableau 5** : Nombre moyen de chenilles carpophages

Traitement	Nombre moyen de chenilles sur 30 plants
Non traité	2,9±0,35 b
Lambdacyalothrine 15 g/l- chlorpiriphos ethyl 300 g/l	1,0±0,12 ab
kaolin	0,4±0,30 a
kaolin + Lambdacyalothrine 15 g/l-chlorpy ethyl 300 g/l	0,3±0,30 a
P.objet	0,03
CV%	32,4

Le pourcentage de capsules saines sur les parcelles traitées au kaolin et celles non traitée est respectivement de 33,9 % et 27,2 % ( $p > 0,05$ ). Le pourcentage de capsules percées par contre est de 1,8 % contre 6,8 % ( $p < 0,04$ ) (Tableau 6).

**Tableau 6**: Analyses sanitaires des capsules vertes

Traitement	Pourcentage de capsules saines et percées	
	Capsules	Capsules

	<i>saines</i>	<i>percées</i>
Non traité	27,2±1,01	6,8±0,40 b
Lambdacyalothrine 15 g/l- chlorpiriphos éthyl 300 g/l	34,3±1,15	2,9±0,29 a
kaolin	33,9±0,48	3,3±0,30 ab
kaolin + Lambdacyalothrine 15 g/l-chlorpy éthyl 300 g/l	41,9±0,60	1,8±0,43 a
P.objet	0,28	0,04
CV%	17,11	34,48

Le rendement en coton graine obtenu avec le kaolin à Gobé a été faible par rapport à celui du témoin de référence ( $p = 0,03$ ). On note cependant un gain de 161 kg par rapport au non traité (Tableau7).

**Tableau 7** : Rendement de coton graine à Gobé

Traitement	Rendement (Kg/ha)
Non traité	839±31,56 c
Lambdacyalothrine 15 g/l- chlorpiriphos ethyl 300 g/l	1504±57,79 a
kaolin	1000±63,23 bc
kaolin + Lambdacyalothrine 15 g/l-chlorpy. ethyl 300 g/l	1268±44,79 ab
P.objet	0,03
CV%	17,6

## Discussion

L'objectif de la présente étude était d'évaluer la potentialité du Kaolin dans la lutte contre les chenilles endocarpiques du cotonnier au Bénin. Cette étude a révélé, que l'effet du Kaolin 5% a été équivalent à celui du binaire acaricide utilisé comme témoin de référence pour le contrôle des chenilles endocarpiques du cotonnier. Le nombre de larves a été significativement réduit. Nos résultats ont corroboré ceux de Sisterson en 2003, de Alavo en 2010 qui l'a observé sur *Helicoverpa armigera* et ceux de Silva *et al.*, en 2013 sur *Anthonomus grandis*. Lorsque ce pesticide biologique a été associé au binaire acaricide, son effet s'est amélioré de façon significative sur les chenilles endocarpiques. Ces résultats ont confirmé ceux obtenus au champ par Sisterson *et al* en 2003 ; El-Aziz Sea, 2003 et Michael *et al*, 2007, qui ont testé l'effet du kaolin utilisé seul et le mélange kaolin+ insecticide. Michael *et al*, en 2007 ont remarqué que la toxicité du mélange kaolin+ methoxyfenozone n'est pas différente de celle de methoxyfenozone utilisé seul et que le kaolin utilisé seul n'avait aucun effet sur la mortalité des tordeuses (Lepidoptera: Tortricidae) de souches résistantes. Par contre le mélange du kaolin à azinphosmethyl ou à l'indoxacarb est plus toxique pour des tordeuses résistantes que si ces produits étaient utilisés seuls. L'idée que le mélange (kaolin + insecticide) n'augmente pas systématiquement la toxicité de l'insecticide pour le contrôle d'une souche résistante a été émise. Un test a priori du mélange au laboratoire serait nécessaire. Notre étude a montré effectivement qu'il n'y a pas eu une différence significative entre le mélange 'kaolin +

Lambdacyalothrine 15 g/l-chlorpyriphos éthyl 300 g/l' et Lambdacyalothrine 15 g/l-chlorpyriphos éthyl 300 g/l utilisé seul pour le contrôle du phyllophage, *Haritalodes derogata*.

Ils ont observé que les caractéristiques physiques du kaolin étaient à la base de ce synergisme d'action. D'autres recherches attribuent l'effet du kaolin à des mécanismes de comportement. Unruh *et al.* (2000) ont reporté que le kaolin réduit plusieurs comportements du *Cydia pomonella* (L) sur les pommiers, notamment, la vitesse de déplacement de la larve, la probabilité de découverte du fruit et la probabilité de découvrir le fruit et celle de pouvoir la pénétrer. Dans le même sens, Knight *et al.* (2000) ont observé que la nutrition de *Choristoneura rosaceana* (Harris) était plus facile sur les feuilles non traitées au kaolin que sur celles traitées.

Les analyses sanitaires des capsules vertes sur les deux sites d'expérimentation ont confirmé l'efficacité de Kaolin pour des traitements au champ. Ces analyses sanitaires des capsules vertes ont été déterminantes pour une bonne appréciation de l'effet du Kaolin car les larves de ces chenilles endocarpiques se nourrissent exclusivement à l'intérieur de la capsule à l'abri des insecticides (Henneberry and Naranjo, 1998). Les plaques de kaolin, par la barrière qu'elles constituent repoussent et dissuadent la femelle pour l'oviposition (Unruh *et al.*, 2000 ; Alavo, 2006). Le minéral peut se rompre également en petites particules qui se fixent aux insectes, ce qui les dérange et les repousse (Liu, 2003).

Le rendement de coton graine obtenu des parcelles traitées au kaolin a été équivalent à celui du témoin de référence à Savalou mais faible à Gobé. Cependant, par rapport aux parcelles non traitées des gains de rendement de 223 et 161 kg/ha ont été obtenus respectivement à Savalou et à Gobé. Le traitement au kaolin améliorerait la production du coton en empêchant beaucoup d'autres insectes vecteurs de maladies, comme la mouche blanche à se nourrir et pondre sur le cotonnier (Butler and Henneberry, 1994). Des études sur la variété Acala SJ-2 de coton en Israël ont aussi montré que le traitement au kaolin augmenterait le rendement du cotonnier et la production de fleur en réduisant la transpiration de la plante (Morechet *et al.* 1979).

L'effet du kaolin a été cependant faible pour le contrôle du phyllophage, *Haritalodes derogata* par rapport au témoin de référence (11,6 % de plants attaqués contre 0,1% pour le témoin et 22,9% pour le non traité). Le dégât de ce phyllophage est caractérisé par un enroulement de la feuille en forme de cigare dans laquelle il s'abrite et qui pourrait le mettre à l'abri des plaques de kaolin.

## Conclusion

Cette étude sur l'effet du kaolin dans le contrôle de quelques ravageurs du cotonnier a montré que le traitement au kaolin a réduit

significativement la population des chenilles endocarpiques, celle du phyllophage *Haritalodes derogata* et de *Aphis gossypii*. Son niveau d'efficacité est comparable à celui de Lambda-cyhalothrine 15 g/l- chlorpy éthyl 300 g/l chlorpyrifos ethyl 300 g/l, utilisé comme référence, sur les chenilles endocarpiques. L'état sanitaire des capsules n'a pas été différent de celui du témoin de référence. Les rendements se sont améliorés lorsque le kaolin est mélangé au produit de synthèse. Au vu, des effets du kaolin cités ci-dessus et du rôle de barrière qu'il joue pour empêcher les bio -agresseurs, et agissant avec moins de stress sur l'environnement, le kaolin pourrait être utilisé dans la gestion intégrée des chenilles endocarpiques du cotonnier.

### Remerciements

Nous remercions le Laboratoire de Protection des Végétaux, de Pathologie et de Parasitologie des abeilles (LAPPAB) et le Centre de Recherche Agricole Coton et Fibres (CRA-CF) pour leur appui technique et financier. Nous remercions également Mr Gnanvè Placide et Mr Sodohoude Olivier, pour la conduite des expérimentations.

### References:

1. Alavo T. B. C., 2006. Biological control agents and eco-friendly compound for the integrated management of cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae): Perspectives for Pyrethroid resistance management in West Africa. *Arch Phytopathol Plant Protect.* 39(2): 105-111.
2. Alavo T.B.C., Yarou B.B., Atachi P., 2010. Field effect of Kaolin particle film formulation against major cotton lepidopteran pests in North Benin, West Africa. *International Journal of Pest Management* 56 (4): 287-290
3. Butler G. D. and T. J. Henneberry, 1994. Bemisia and Trialeurodes (Hemiptera: Aleyrodida). G. A. Matthews J. P. Tunstall. *Insect Pest of Cotton*: 325-352. Cab International Cambridge, United Kingdom.
4. Djihinto A., 1999. Résistance aux pyréthrinoides observée chez *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lépidoptère, Noctuidae) Ravageurs du cotonnier au Nord Bénin. Mémoire de Diplôme d'Etudes approfondies, Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie de Montpellier, 36p.
5. El-Aziz Sea., 2003. Kaolin and Bentonite clays particle films as a new trend for suppression of chewing and sucking insects of cotton plants. *Arab Univ J Agric Sci* 11 (1): 373-383.
6. Glenn, D. M., G. J. Puterka, T. Vanderzwet, R. E. Byers, and C. Feldhake., 1999. Hydrophobic particle films a new paradigm for

- suppression of arthropod pests and plant diseases. *J. Econ. Entomol.* 92:759–771.
7. Henneberry T. J. and S. E. Naranjo.,1998. Integrated management approaches for pink bollworm in the southwestern United States. *IPM Rev.* 3:31–52.
  8. Hougni A., 2009. Qualités et valorisation du coton-fibre d’Afrique Zone Franc (AZF) dans les échanges internationaux. *Thèse de doctorat ès sciences économiques*, Université de Bourgogne, Bourgogne, 330 p.
  9. Hussein K., Perret C., Hitimana L., 2005. Importance économique et sociale du coton en Afrique de l’Ouest : rôle du coton dans le développement, le commerce et les moyens d’existence. OCDE SAH/D 556, 71p.
  10. INRAB/CRA-CF, 2004-2005. Rapport de Campagne Experimentation Phytosanitaire, 84p.
  11. INRAB/CRA-CF, 2006-2007. *Rapport de Campagne Experimentation Phytosanitaire*, 97p.
  12. Knight A.L., Unruch T.R., Christian B.A., Puterka G.J., Gleen D.M., 2000. Effect of a on kaolin-base particle film on *Obliquebanded leafroller* (Lepidoptera: Tortricidae). *Journal of Economic Entomology* 93(3): 744-749.
  13. Liu T. X. 2003. Repellency of kaolin particle film, Surround, and a mineral oil, Sunspray oil, to *Silverleaf whietfly* (Homoptera: Aleyrodidae) on melon in the laboratory. *J. Econ. Entomol.* 95(2): 317-324.
  14. Martin T., Ochou G., Hala-N’klo F., Vassal J.M., & Vaissayre., 2000. Pyrethroid resistance in the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) in West Africa. *Pest management. Sc.* 56 (6):549-554.
  15. Martin T., 2003. La résistance aux insecticides de *Helicoverpa armigera* (Hübner) en Afrique de l’Ouest : du mécanisme à la gestion. Thèse de doctorat de l’université de Toulouse III, discipline chimie. pp : 1-80.
  16. Michael J. Smirle, D. Thomas Lowery, Cheryl L. Zurowski., 2007 Influence of Mixtures of Kaolin Particle Film and Synthetic Insecticides on Mortality of Larval Obliquebanded Leafrollers (Lepidoptera: Tortricidae) from resistant and susceptible populations. *Journal of Economic Entomology*. Vol. 100, Issue 6 pg(s) 1831-1835
  17. Moreshet, S., Y. Cohen, and M. Fuchs., 1979. Effect of increasing foliage reflectance on yield, growth, and physiological behavior of a dryland cotton crop. *Crop Sci.* 19:863–868
  18. Ochou O.G., Doffou M.N., N’goran E.K., Kouassi P.K., 2012. Impact de la Gestion de la Résistance aux pyréthrinoïdes par les

- principaux ravageurs du cotonnier. *Journal Applied of Bioscience*. 53: 3831-3847
19. Silva C.A.D. and Ramalho F.S. J., 2013. Kaolin spraying protects cotton plants against damages by boll weevil *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) *Pest Science* 86: 563-569.
  20. Sisterson M. S., LiuY. B., Kerns D. L. and Tabashnik B. E., 2003. Effect of Kaolin Particle Film on Oviposition, larval mining, and Infestation of cotton by pink bollworm (Lepidoptera: Gelechiidae). *J. Econ. Entomol.* 96(3): 805-810.
  21. Unruh T. R., Knight A. L., Upton J., Glenn D.M. and Purteka G.J., 2002. Particle-film for suppression of the codling moth in apple and pear orchards. *J. Econ. Entomol.* 93:737-743.
  22. Vaissayre M., Deguine J.P., 1996. Cotton protection programmes in francophone Africa. *Phytoma* 489: 26 – 29.