

UNIVERSITE ASSANE SECK DE ZIGUINCHOR



UFR DES SCIENCES ET TECHNOLOGIE

DEPARTEMENT D'AGROFORESTERIE

MEMOIRE DE MASTER

Spécialité : Aménagement et Gestion Durable des Ecosystèmes Forestiers et Agroforestiers
(AGDEFA)

Évaluation de l'efficacité biologique du Fluxamétamide 31 g/ha pour le contrôle
de *Amrasca biguttula* (I) ravageur du cotonnier (*Gossypium hirsutum* L.) au
Sénégal

Présenté par :

Grégoria BADIANE

Encadrant : **Dr Djibril SARR**, Enseignant-chercheur (UASZ)

Co-Encadrant : **Dr Djibril BADIANE**, Chercheur (ISRA)

Soutenu publiquement le 26 juillet 2023 devant le jury composé de :

Président :	Pr Ismaïla COLY	Maître de Conférences	UFR-ST/UASZ
Membres :	Dr Djibril SARR	Maître Assistant	UFR-ST/UASZ
	Dr Djibril BADIANE	Maître de Recherches	Directeur/CRAT
	Dr Aly DIALLO	Maître Assistant	UFR-ST/AUSZ
	Dr Boubacar CAMARA	Maître Assistant	UFR-ST/AUSZ
	Pr. Siré DIEDHIOU	enseignant-chercheur	UFR-ST/UASZ

Année Universitaire
2021-2022

Dédicaces

Je dédie ce travail :

À ma très chère maman, Henriette Philomène Badji et à mon très cher papa, Pascal.

Vous avez toujours été présents pour vos enfants par le sens d'esprit de partage, d'amour et la joie de vivre. Je ne cesserai de vous remercier pour toutes les valeurs que vous m'avez inculquées.

À mes très chers frères et sœurs qui m'ont toujours soutenue et qui n'ont ménagé aucun effort pour ma réussite. Sachez que je vous aime et que le Seigneur vous guide et vous protège.

À mes tantes, Clarice Badji, Pauline Bassène et Fatoumata Diédhiou.

À mes oncles, Esprit Diédhiou et Liboire Crépin Badji pour ses conseils,

À mon cher Adam Diatta,

À ma Djio Rose Diatta.

Remerciements

Tout d'abord, je tiens à exprimer mes plus sincères remerciements et ma gratitude à toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire.

Mes remerciements au personnel du département d'Agroforesterie :

A mon encadreur Dr Djibril SARR, chef du département, pour les conseils prodigués et les encouragements incessants, à Dr Saboury NDIAYE qui n'a pas hésité à m'encourager sur ce sujet, au Pr Mohamed Mahamoud CHARAHABIL, au Pr Ngor NDOUR, au Pr Ismaila COLY, au Pr Siré DIEDHIOU, à Dr Antoine SAMBOU, à Dr Abdoulaye SOUMARE, à Dr. Aly DIALLO, à Dr Joseph Saturnin DIEME, à Dr Boubacar CAMARA et à Dr Oulimata DIATTA pour leur formation de qualité

Mes remerciements à mon maître de stage, Dr Djibril BADIANE, Directeur du Centre de Recherche Agricole de Tambacounda, pour ses conseils, ses encouragements et sa disponibilité, sans oublier toute son équipe : Marie Angèle COLY, Diarry Diallo DEMBELE, Modou Gueye FALL, Thierno Souleymane SYLLA, Ousmane BADJI, Momar BEYE, Marie Germaine GUEYE, Karamba DIEME, Dr Sophie THIAM, Dr Latyr DIOUF, Maimouna FALL, Diamilatou DIALLO et Adama SANE.

Mes remerciements vont à l'endroit de tous les stagiaires, prestataires et employés de Sinthiou Malème. Les cinq (05) mois passés avec vous furent des mois de bonheur. L'esprit de famille a prévalu, même dans les moments difficiles. Je ne saurais oublier notre cuisinière Coumba THIAM, pour les plats savoureux qu'elle nous préparait.

A Mokho SARR, responsable du volet protection phytosanitaire de la SODEFITEX pour vos orientations et corrections.

Tous mes remerciements à la 10^e promotion du département d'Agroforesterie qui est ma deuxième famille. J'adresse aussi mes remerciements à Bamba GUEYE le statisticien, à Isaie Florien DIATTA, à Sophie SEYE, à Fatoumata LY et à Yaye Thiaba SADIO pour tous vos conseils.

Sigles et abréviations

CRAT : Centre de Recherche Agricole de Tambacounda

FAO : Food Agriculture Organization

JAL : Jours Après Levée

JAS : Jours Après Semis

IRAC : Comité d'Action contre la Résistance aux Insecticides

ISRA : Institut Sénégalais de Recherches Agricoles

MASA : Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté Alimentaire

PR-PICA : Programme Régional de Production du Coton en Afrique

T-1 : un jour avant traitement

T+3 : trois jours après traitement

T+7 : sept jours après traitement

Liste des illustrations

Liste des figures

Figure 1 : Le cotonnier.....	14
Figure 2: Attaque du jasside <i>Amrasca biguttula</i> (Source Badiane 2022)	16
Figure 3: Cycle de vie des jassides (source : Al-Hamdany & Al-Karboli, 2017).....	18
Figure 4: Carte de localisation du site de l'essai	20
Figure 5 : Plan de l'essai.....	22
Figure 6: Schéma d'une parcelle élémentaire.....	22
Figure 7: Schéma des traitements phytosanitaires des parcelles élémentaires.....	24
Figure 8 : Schéma de relevé de <i>Amrasca biguttula</i> dans une parcelle élémentaire.....	24
Figure 9 : Schéma des lignes de coton-graine récoltées	25
Figure 10: Dynamique hebdomadaire de <i>Amrasca biguttula</i>	26
Figure 11 : Rémanence du Fluxamétamide.....	28
Figure 12: Nombre de plants attaqués en fonction des traitements.....	29

Liste des tableaux

Tableau 1: Tableau des différents traitements étudiés	21
Tableau 2: Efficacité biologique de Fluxamétamide	27
Tableau 3: Rendement coton graine en fonction des traitements	29

Résumé

Le cotonnier, *Gossypium hirsutum* (L.), cultivé essentiellement pour sa fibre, contribue à la sécurité alimentaire et à la lutte contre la pauvreté. Cependant, il subit une forte pression parasitaire des piqueurs-suceurs, dont *Amrasca biguttula*, qui occasionne des pertes économiques considérables. Pour réduire ces pertes une nouvelle molécule chimique, le Fluxamétamide, est proposée pour contrôler les ravageurs du cotonnier (particulièrement les jassides). L'objectif général de ce travail est de contribuer à l'amélioration de la production de coton graine. L'étude a été menée à la station expérimentale de Sinthiou Malème selon un dispositif en blocs de Fisher à quatre (04) répétitions. Dans chaque répétition cinq (05) parcelles ont été installées : une non traitée, un témoin de référence (Chlorantraniliprole 200 g/l) et trois doses du Fluxamétamide 103 g/l (la dose faible 23,25 g/l, la dose recommandée 31 g/l et la dose forte 46,5 g/l). Il ressort de cette étude qu'avec une efficacité biologique de 70% et une rémanence de 14 jours, le Fluxamétamide a réduit le nombre des plants attaqués jusqu'à 4 individus de *Amrasca biguttula* par plant comparé à la non traitée (7 ind/plant) et le témoin de référence (7 ind/plant). De plus de bons rendements en coton graine ont été obtenus avec Fluxamétamide à la dose 31 g/l et 45 g/l (1047 et 1206 kg/ha respectivement). L'application du Fluxamétamide a pu contrôler le niveau d'infestation d'*Amrasca biguttula*. Des trois doses du Fluxamétamide 103 g/l, la dose recommandée 31 g/ha s'avère optimale et peut être utilisée pour la lutte contre les jassides (*Amrasca biguttula*).

Mots clés : *Amrasca biguttula*, Fluxamétamide, *Gossypium hirsutum*, jasside

Abstract

Cotton, *Gossypium hirsutum* (L.), grown mainly for its fibre, contributes to food security and the fight against poverty. However, it is subject to heavy parasitic pressure from suckers, including *Amrasca biguttula*, which causes considerable economic losses. To reduce these losses, a new chemical molecule, Fluxametamide, has been proposed to control cotton pests (particularly jassids). The general aim of this work is to help improve seed cotton production. The study was conducted at the Sinthiou Malème experimental station using a Fisher block design with four (04) replicates. In each replication, five (05) plots were set up: an untreated plot, a reference control (Chlorantraniliprole 200 g/l) and three doses of Fluxametamide 103 g/l (the low dose 23,25 g/l, the recommended dose 31 g/l and the high dose 46,5 g/l). The study showed that with a biological efficacy of 70% and a residual effect of 14 days, Fluxametamide reduced the number of plants attacked by up to 4 individuals of *Amrasca biguttula* per plant compared with the untreated (7 ind/plant) and the reference control (7 ind/plant). In addition, good yields of seed cotton were obtained with Fluxametamide at doses of 31 g/l and 45 g/l (1047 and 1206 kg/ha respectively). Application of Fluxametamide was able to control the level of infestation of *Amrasca biguttula*. Of the three doses of Fluxametamide 103 g/l, the recommended dose of 31 g/ha is optimal and can be used to control jassids (*Amrasca biguttula*).

Key words: *Amrasca biguttula*, Fluxametamide, *Gossypium hirsutum*, jasside

Table des matières

Dédicaces.....	i
Remerciements.....	ii
Sigles et abréviations.....	iii
Liste des illustrations.....	iv
Liste des figures.....	iv
Liste des tableaux.....	v
Résumé.....	vi
Abstract.....	vii
INTRODUCTION.....	10
Chapitre 1 : Synthèse bibliographique.....	12
1.1 Généralités sur le cotonnier.....	12
1.1.1 Systématique, origine et répartition géographique.....	12
1.1.2 Morphologie.....	12
1.1.3 Exigences édapho-climatiques.....	14
1.1.4 Mode de croissance et de développement du cotonnier.....	14
1.2 Principaux ravageurs du cotonnier.....	15
1.3 Présentation de l'espèce <i>Amrasca biguttula</i>	16
1.3.1 Description.....	16
1.3.2 Position systématique.....	16
1.3.3 Œuf.....	17
1.3.4 Nymphe.....	17
1.3.5 Les adultes.....	17
1.4 Présentation des insecticides utilisés.....	18
1.4.1 Le Chlorantraniliprole.....	18
1.4.2 Le Fluxamétamide.....	18
Chapitre 2 : MATERIEL ET METHODES.....	20
2.1 Présentation de la zone d'étude.....	20
2.2 Matériel végétal.....	20
2.3 Traitements et dispositif expérimental.....	20
2.4 Conduite culturale.....	23
2.5 Observations et mesures.....	24
2.6 Traitement des données.....	25
Chapitre 3 : RESULTAT ET DISCUSSION.....	26

3.1 RESULTATS	26
3.1.1 Dynamique du jasside <i>Amrasca biguttula</i>	26
3.1.2 Effet de Fluxamétamide 103 g/l (30 g/ha) sur la réduction des populations de <i>Amrasca biguttula</i>	26
3.1.3 Rémanence de Fluxamétamide 103 g/l (30 g/ha).....	27
3.1.4 Effet du Fluxamétamide 103 g/l (30 g/ha) sur les dégâts de <i>Amrasca biguttula</i> sur feuilles... 28	
3.1.5 Influence de Fluxamétamide 103 g/l (31 g/ha) sur la production de coton graine.....	29
3.2 DISCUSSION	30
CONCLUSION	32
Référence bibliographique	33
Webographique	37

INTRODUCTION

L'agriculture demeure un élément central de l'économie ouest-africaine, assurant 30 à 50 % du PIB de la plupart des pays et des recettes d'exportation issues des cultures de rente (Gueye, 2003). Elle représente la plus grande source de revenus et de moyens de subsistance pour 70 à 80 % de la population ainsi que l'approvisionnement alimentaire (Gueye, 2003).

Au Sénégal, elle mobilise 70% de la population rurale qui y tire ses revenus (MASA, 2014). Étant une culture d'exportation, le coton est cultivé par de petites exploitations familiales. Selon l'UEMOA (2014), la filière cotonnière occupe près de 70% de la population active dans la sous-région. Au Sénégal, elle tient une place particulière dans l'économie en générant près de 6% des recettes d'exportation. Elle apporte des revenus aux agriculteurs et contribue ainsi à la sécurité alimentaire et à la lutte contre la pauvreté dans les zones de culture.

Cependant, la filière cotonnière est confrontée à des difficultés, telles que la baisse de la fertilité des sols, la pression parasitaire et le coût élevé des intrants qui affectent la production et impactent l'économie des ménages (Badiane, 1995). La pression des insectes ravageurs s'exerce à tous les stades de développement de la plante et occasionne des pertes de rendements allant jusqu'à 60% en l'absence de protection phytosanitaire (Badiane, 1995). Pour assurer le contrôle des ravageurs, la lutte chimique demeure la méthode la plus adoptée. Cependant, l'utilisation massive des insecticides notamment des pyréthrinoïdes pour contrôler les lépidoptères du cotonnier, s'est traduite par une sélection d'espèces résistants chez des ravageurs comme *Helicoverpa armigera* (Martin et al., 2000). Un programme de stratégie de gestion et de prévention contre la résistance est mis au point pour réduire l'utilisation des pyréthrinoïdes en faisant appel à d'autres alternatives chimiques (benzoylurées, diamides, organophosphorés, avermectines, etc.) pour assurer une partie des traitements foliaires.

Malgré ces stratégies, il a été observé durant la campagne 2022/2023 une pullulation du jasside *Amrasca biguttula* (Ishida 1913) (Homoptera – Cicadellidae) dans la zone cotonnière.

Le présent travail contribue à l'élaboration de stratégies de gestion des jassides. Il a pour objectif général de contribuer à l'amélioration de la production en coton graine. Il s'agit plus spécifiquement d'évaluer le Fluxamétamide 31 g m. a/ha (à la concentration de 103 g/l) contre le principale jasside *Amrasca biguttula*.

Le plan de ce mémoire s'articule autour de trois chapitres : le premier est une revue bibliographique, le deuxième présente le matériel et les méthodes utilisés, et le troisième présente les résultats et leur discussion.

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

1.1 Généralités sur le cotonnier

1.1.1 Systématique, origine et répartition géographique

Le cotonnier est une plante dicotylédone dialypétale de l'ordre des Malvales et de la famille des Malvacées. Selon Lawson (2008), le genre *Gossypium* comprend une cinquantaine d'espèces dont quatre sont cultivées : deux espèces diploïdes (*Gossypium herbaceum* et *G. arboreum*), et deux tétraploïdes (*G. hirsutum* et *G. barbadense*).

Comme pour beaucoup de plantes domestiquées, l'origine du Cotonnier est très controversée. D'après Wendel et al, (2010) le cotonnier est originaire des régions arides tropicales et subtropicales d'Asie, d'Amérique, d'Afrique et d'Australie. Aujourd'hui, tous les pays à climat tempéré chaud ou tropical cultivent du coton (Crétenet & Gourlot, 2016). Au Sénégal, cette culture est pratiquée dans les régions de Tambacounda et de Kolda (Haute Casamance) (Badiane, 1995).

1.1.2 Morphologie

Le cotonnier est un petit arbuste atteignant le plus souvent 1 à 1,5 m de haut parfois plus (FAO, 2014). Sa forme dépend des modes de culture et des espèces (Badiane, 1995).

La partie souterraine du cotonnier comprend une racine pivotante pourvue de nombreuses ramifications latérales. Ces ramifications réalisent la fixation de la plante au sol et assurent la plus grande partie de son alimentation ;

La partie aérienne comprend une tige principale érigée servant de support au reste de la plante. De cette tige, partent des rameaux de deux natures : les branches fructifères et les branches végétatives.

Les branches végétatives, situées à la base se développent à partir des nœuds de base du plant. Elles présentent une croissance continue comme la tige principale avec des ramifications secondaires (Parry, 1982). Les branches végétatives ne portent pas directement les fruits mais donnent lieu à des ramifications secondaires (branches fructifères) qui peuvent produire des fruits (Lawson, 2008). A l'opposé de ce qui se passe pour une branche végétative, le développement de la branche fructifère est stoppé par la formation de chaque fleur. Ce mode de croissance est appelé sympodial ou encore « défini » (Badiane, 1995).

Les feuilles sont alternes, pétiolées avec un limbe palmatilobé, découpé en 6 ou 7 lobes aigus (Fourasté & Saïchi, 2012). Elles apparaissent à l'aisselle de chaque nouvelle branche et de chaque site fructifère mis en place.

Les fleurs apparaissent sur les nœuds des branches fructifères, sous forme de petites structures vertes pyramidales appelées boutons floraux ou « squares ». Ces « squares » évoluent en fleurs qui s'ouvrent au bout de 3 semaines environ. La corolle, régulièrement, dialypétale, est diversement colorée en jaune, rose ou brun-pourpre (Fourasté & Saïchi, 2012) (figure 1). La forme de la fleur et la présence de nectar font que le cotonnier (bien qu'autogame) est quelque fois sujet à la pollinisation par les insectes (Badiane, 1995).

Les fruits du cotonnier sont des capsules. Leur forme et leur taille sont variables selon les espèces ou les variétés. Ces capsules, à maturité, s'ouvrent sur des loges (habituellement 4 ou 5) contenant chacune 6 à 9 graines garnies de fibres (Badiane, 1995).

La graine contient une amande riche en huile qui peut être utilisée en alimentation humaine et animale, à condition de la traiter pour éliminer le gossypol (Parry, 1982) qui est un alcaloïde très toxique (Badiane, 1995). La graine est recouverte de poils dont les plus longs sont appelés lint. Les poils courts forment une sorte de duvet appelé linter (Sanou, 2011).

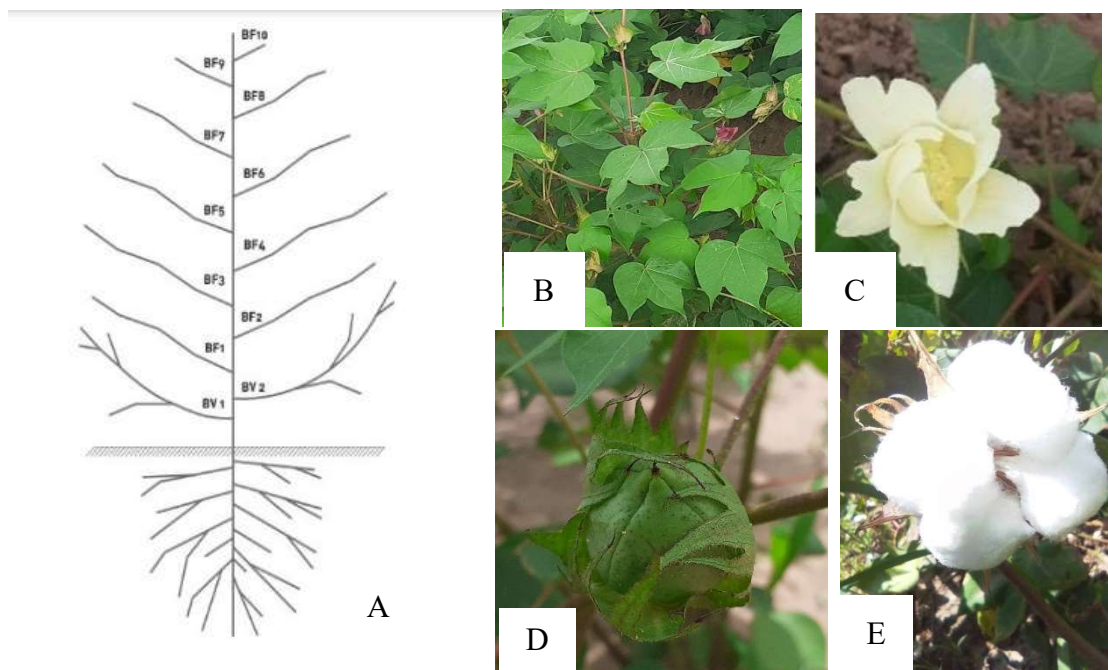


Figure 1 : Le cotonnier

A : plant d'un cotonnier (BV= branches végétatives, BF = branches fructifères). *Source* (FAO, 2014)

B : feuilles ; C : fleur ; D : capsule ; E : capsule mûre/fibre. *Source* (Badiane 2022)

1.1.3 Exigences édapho-climatiques

Le cotonnier préfère les régions à climat sec avec une température de 30°C (FAO, 2014). Selon Diouf et al., (2017), cette température conditionne la vitesse du développement de la plante. Il est très exigeant en eau, le cotonnier ne peut être cultivé sans irrigation que dans les zones où la pluviométrie annuelle est supérieure ou égale à 700 mm (Diouf et al., 2017) et est régulière. Le cotonnier évolue favorablement sur les sols de type argilo-sableux qui ne sont pas trop lourds, avec un pH optimum entre 6 et 7 (Berti et al., 2006).

Le cotonnier nécessite aussi une saison sèche terminale bien marquée, indispensable à une bonne ouverture des capsules et à la récolte. En outre, sans période sèche et chaude au moment de la maturation, les capsules et les fibres qu'elles contiennent pourrissent avant la maturité.

1.1.4 Mode de croissance et de développement du cotonnier

Le cotonnier est une plante à croissance continue dont les phases végétatives et fructifères ne sont pas séparées dans le temps. Son cycle peut être subdivisé en cinq (5) phases (Mauney, 1984) :

- **La phase de levée** qui va du semis à l'étalement des cotylédons. Elle dure 6 à 10 jours et peut atteindre 30 jours si les conditions sont défavorables ;

- **La phase de plantule** qui va de l'étalement des cotylédons au stade de 3 à 4 feuilles. Elle dure de 20 à 45 jours après levée (JAL) ;
- **La phase de préfloraison** qui va du stade 3 à 4 feuilles au début de la floraison. Elle dure 30 à 35 JAL ;
- **La phase de floraison** qui dure de 50 à 70 JAL ;
- Et **la phase de formation des capsules** qui dure de 50 à 80 JAL.

Du semis à la récolte, le cycle dure environ 140 à 180 jours selon les variétés et les conditions environnementales (Parry, 1982).

1.2 Principaux ravageurs du cotonnier

Le cotonnier est l'une des plantes les plus parasitées au monde. On dénombre en Afrique tropicale environ 480 espèces d'insectes, acariens, myriapodes et nématodes qui vivent aux dépens du cotonnier (Vaissayre & Cauquil, 2004).

Au Sénégal, l'entomofaune nuisible du cotonnier reste dominée par une dizaine d'espèces (Badiane et al., 2015). Les insectes nuisibles peuvent être classés en trois grands groupes en fonction des phases de développement de la plante. Il s'agit :

- Des ravageurs des semis et plantules composés principalement de Diplopodes (iules) et de piqueurs-suceurs (*Aphis gossypii* (Glover) (*Homoptera*, *Aphididae*), *Bemisia tabaci* (Gennadius) (*Homoptera*, *Aleyrodidae*) et des jassides (*Homoptera*, *Cicadellidae*) ;
- Des arthropodes de la phase végétative qui sont principalement des Lépidoptères et des Homoptères phyllophages englobant presque tous les ordres : les espèces défoliatrices ou phyllophages (*Spodoptera littoralis* (Boisduval) (*Lepidoptera*, *Noctuidae*), *Haritalodes derogata* (Fabricius) (*Lepidoptera*, *Pyrilidae*), *Anomis flava* (Fabricius) (*Lepidoptera*, *Noctuidae*)), *Earias* spp, les piqueurs-suceurs (*Aphis gossypii* (Glover) (*Homoptera*, *Aphididae*), *Bemisia tabaci* (Gennadius) (*Homoptera*, *Aleyrodidae*) et *Amrasca biguttula* (Ishida) (*Homoptera*, *Cicadellidae*), et les acariens : *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (*Acarina*, *Tarsonemidae*) et *Tetranychus urticae* (Koch) (*Acarina*, *Tetranychidae*);
- Et des insectes de la phase reproductive dominés, essentiellement, par des Lépidoptères et quelques Hétéroptères : les carpophages (*Helicoverpa armigera* (Hübner) (*Lepidoptera*, *Noctuidae*), *Diparopsis watersi* (Rothchild) (*Lepidoptera*, *Noctuidae*), *Earias* spp, représentée au Sénégal par *Earias insulana* (Boisduval) et *Earias biplaga*

(Walker) (*Lepidoptera, Noctuidae*)), la punaise rouge *Dysdercus volkeri* (Schmidt) (*Heteroptera, Pyrrhocoridae*), les phyllophages et les piqueurs-suceurs.

1.3 Présentation de l'espèce *Amrasca biguttula*

1.3.1 Description

Amrasca biguttula est un jasside polyphage, de couleur vert pâle et mesure 2,5 mm de long avec des ailes semi-transparentes et chatoyantes. C'est un insecte piqueur-suceur qui vit à la face inférieure des feuilles. Les larves et les adultes piquent les nervures secondaires des feuilles et introduisent une salive toxique qui provoque la décoloration du limbe. Les piqûres provoquent le jaunissement des bordures de feuilles dont les bords s'enroulent vers le bas (figure 2). Par la suite, les feuilles rougissent et leur activité chlorophyllienne diminue, ce qui a une répercussion sur la phase reproductive du plant. De fortes attaques de *Amrasca biguttula* sont susceptibles d'induire l'arrêt du développement du plant ou la chute des organes de reproduction (Selvaraj et al., 2011). Durant la campagne 2022/2023, plus de 91% des espèces de jassides présentes sur le cotonnier étaient représentées par *Amrasca biguttula* (Sarr et Badiane, 2023)

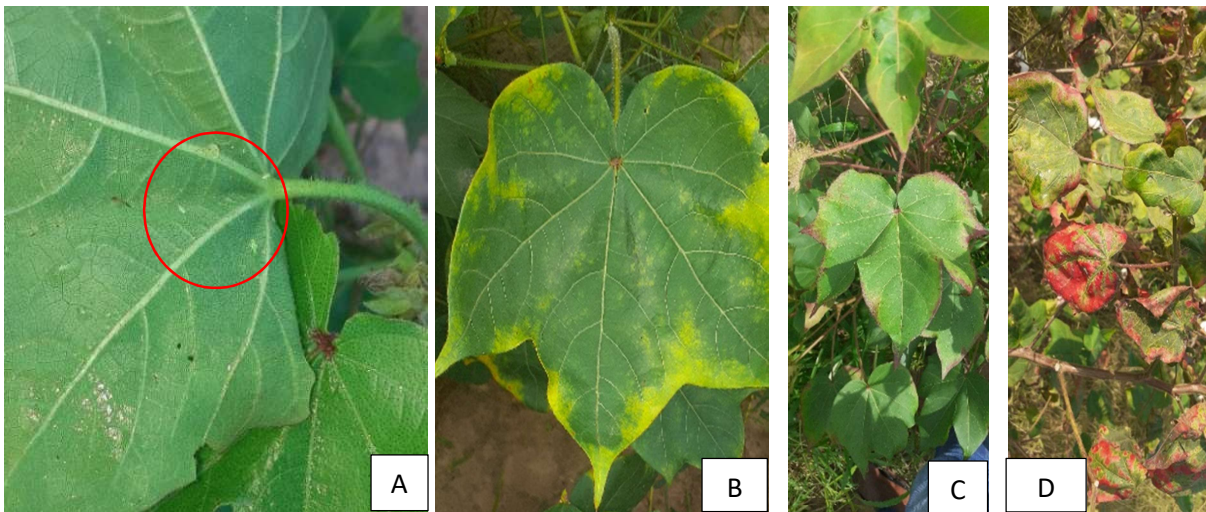


Figure 2: Attaque du jasside *Amrasca biguttula* (Source Badiane 2022)

A : attaque de *Amrasca biguttula* sur une feuille de cotonnier ; B, C, D : Symptômes des attades de *Amrasca biguttula*

1.3.2 Position systématique

Amrasca biguttula est un ravageur appartenant à l'embranchement des arthropodes, à la classe des insectes, à l'ordre des hémiptères et à la famille des *Cicadellidae*.

1.3.3 Œuf

Les œufs sont pondus de préférence près du point d'insertion du pétiole de la feuille (figure 3) ou à peu près à mi-chemin de la nervure médiane intégrée dans le cortex. Ils sont verdâtres, relativement grands et de forme cylindrique (Khfif et al., 2022). En fonction de l'espèce, 29 à 60 œufs peuvent être pondus individuellement et l'incubation des œufs dure 4 à 11 jours (Devi et al., 2018).

1.3.4 Nymphe

La nymphe émergente est initialement incolore et devient ensuite vert jaunâtre. Elle est en forme de grenouille et aplatie. La nymphe se caractérise par un mouvement latéral rapide de type crabe lorsqu'elle est dérangée : marche en diagonale et elle reste sur la face inférieure de la feuille. La nymphe subit normalement 5 stades (figure 3) pour atteindre la maturité (Jayarao et al., 2015).

1.3.5 Les adultes

Les adultes sont jaunes verdâtres et marchent en diagonale comme la nymphe (Al-Hamdany & Al-Karboli, 2017). Ils mesurent environ 3,5 mm de long, leur corps est allongé et cunéiforme. Les taches noires sont présentes sur les ailes antérieures ainsi que sur le vertex (Devi et al., 2018). La longévité des adultes est de 16-18 jours, le sex ratio est de 1,2 M : 1 F en faveur des nymphes mâles (Al-Hamdany & Al-Karboli, 2017). Le cycle de vie varie de 15 à 18 jours (figure 3). Il y a 10-12 générations qui se chevauchent par an (Jayarao et al., 2015).

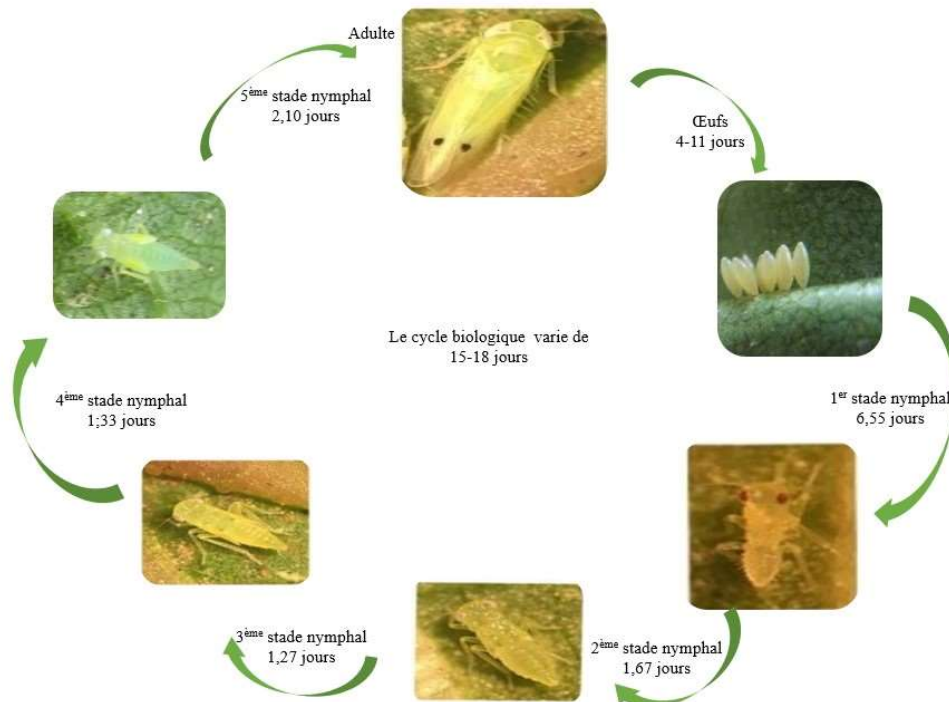


Figure 3: Cycle de vie des jassides (source : Al-Hamdany & Al-Karboli, 2017)

1.4 Présentation des insecticides utilisés

1.4.1 Le Chlorantraniliprole

Le Chlorantraniliprole 20 g/ha est un insecticide qui appartient à la classe des diamides anthraniliques. C'est un produit systémique qui agit sur le système nerveux et musculaire de l'insecte en provoquant une interruption musculaire de la contraction normale (Cameron et al., 2015).

Il est très efficace sur un grand nombre d'insectes broyeurs ou foreurs et très efficace également sur les œufs et larves de lépidoptères dès leur éclosion, ainsi que sur certains adultes de diptères et de coléoptères (Environmental Protection Agency, 2008).

1.4.2 Le Fluxamétamide

Le Fluxamétamide 30 g/ha est un nouvel insecticide isoxazoline. Il possède un nouveau site cible pour les arthropodes, interférant avec les canaux GABA Cl⁻ et Glu Cl⁻, et figure dans le groupe 30 de la classification des modes d'action de l'IRAC. Le Fluxamétamide a une activité

insecticide exceptionnelle sur une série d'espèces d'insectes nuisibles, tels que les lépidoptères, les thysanoptères, les coléoptères et les diptères. il présente l'avantage d'une toxicité non ciblée négligeable, y compris pour les pollinisateurs (Gope et al., 2022). Son mode d'action bidirectionnel agit efficacement contre les insectes suceurs et broyeur en agissant sur les systèmes nerveux et respiratoire.

Chapitre 2 : MATERIEL ET METHODES

2.1 Présentation de la zone d'étude

L'essai a été installé dans la région de Tambacounda plus précisément dans la commune de Sinthiou Malème (13°49'N de latitude et 13°55'O de longitude) qui fait partie de l'arrondissement de Koussanar. Le climat est de type tropical soudano-sahélien avec des précipitations annuelles allant de 700-900 mm/an et une température moyenne de 29,4 °C

La station de Sinthiou Malème se situe à 30 Km du centre de recherches agricoles (CRA) de Tambacounda.

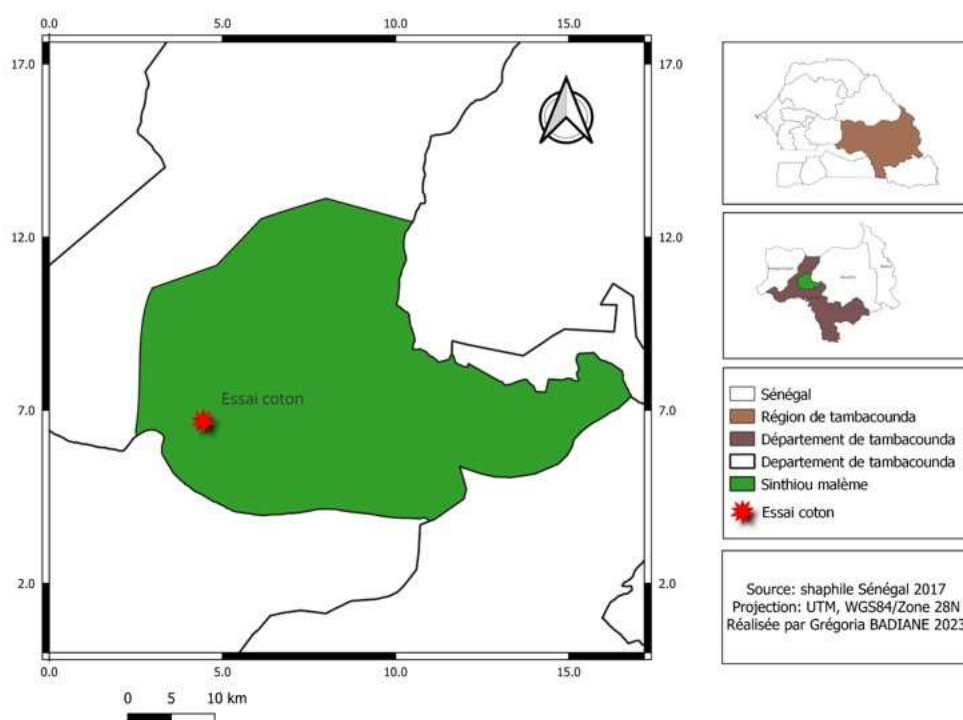


Figure 4: Carte de localisation du site de l'essai

2.2 Matériel végétal

La variété utilisée est la variété d'origine sénégalaise ISCO PG. Son potentiel de production se situe entre 3 et 4 t/ha avec un rendement fibre supérieur à 43%.

2.3 Traitements et dispositif expérimental

L'essai est à un facteur (insecticide) avec cinq modalités (objets ou traitement) Les objets sont constitués d'un témoin non traité (T0), d'un témoin de référence constitué par le Chlorantraniliprole 200 g/l à la dose recommandée (0,100 l/ha) (T1), du Fluxamétamide 103

g/l à la dose recommandée par le fabricant (T2), du Fluxamétamide 103 g/l à une faible dose correspondant au 3/4 de la dose recommandée (T3) et du Fluxamétamide 103 g/l à une forte dose correspondant au 3/2 de la dose recommandée (Tableau 1).

Tableau 1: Tableau des différents traitements étudiés

Objets	Matière active (g/ha)	Dose produit commercial (l/ha)	Dose appliquée sur 224 m ² (ml)
T0 : Non Traité		-	-
T1 : Chlorantraniliprole 200 g/l	20,00	0,100	2,56
T2 : Fluxamétamide 103 g/l (3/4 D)	23,25	0,232	5,19
T3 : Fluxamétamide 103 g/l (D)	31,00	0,310	6,94
T4 : Fluxamétamide 103 g/l (3/2 D)	46,50	0,465	10,41

Le dispositif expérimental est en blocs complets randomisés et répétés quatre fois (figure 5).

La superficie d'une parcelle élémentaire est de 80 m² soit 10 m de longueur et 8 m de large. La parcelle est constituée de dix lignes avec un écartement entre les lignes de 0,80 m et une distance de 0,25 m sur la ligne soit 40 poquets sur une ligne (Figure 6). La distance entre les blocs est de 2 m et entre les parcelles il n'y en a pas. La superficie totale de l'essai est de 1840 m².

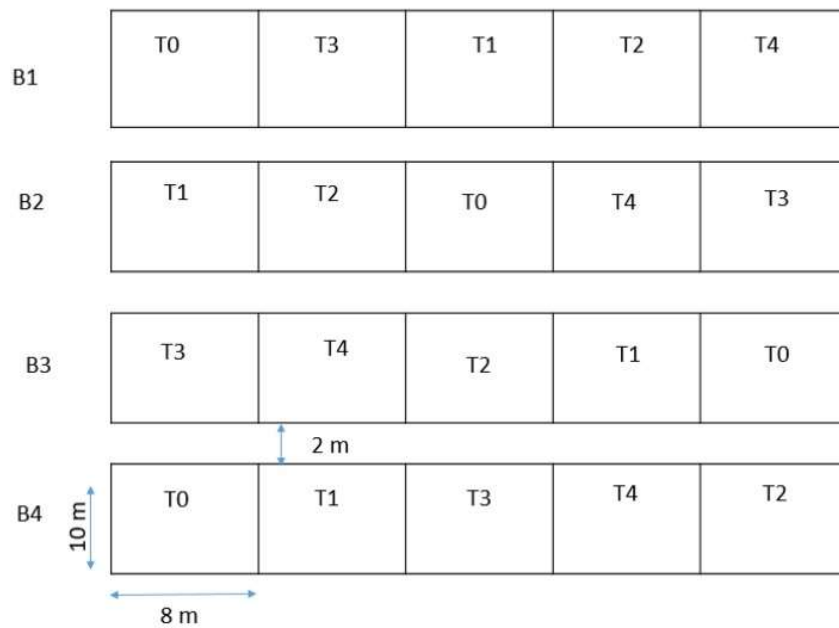


Figure 5 : Plan de l'essai

Légende :

B1, B2, B3, B4 : Blocs

T0 : Témoin absolu (non traitée)

T1 : Témoin de référence

T2 : Dose faible de Fluxamétamide

T3 : Dose recommandée de Fluxamétamide

T4 : Dose forte de Fluxamétamide

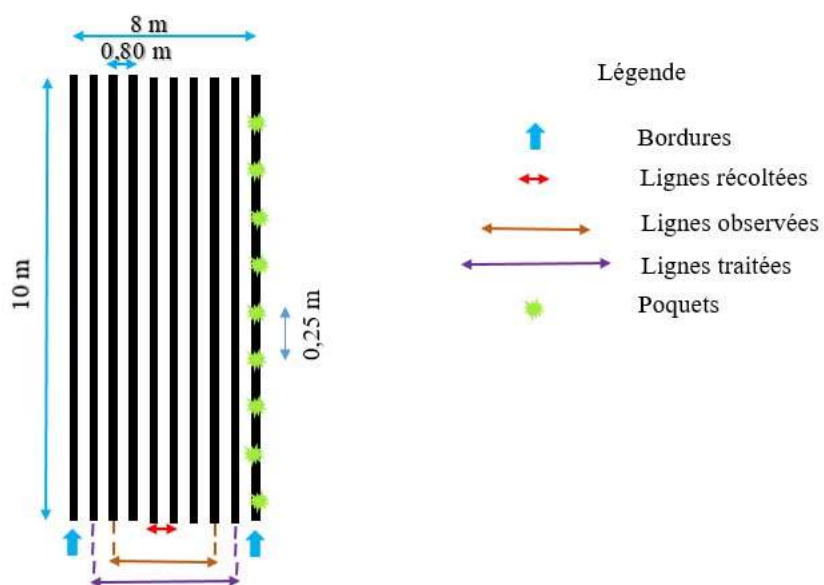


Figure 6: Schéma d'une parcelle élémentaire

2.4 Conduite culturale

❖ Labour

Un labour profond de 30 cm a été fait. Le travail du sol a été effectué dans des conditions d'humidité optimum du sol.

❖ Semis

Un semis (17 juin 2022) en ligne à écartement constant de 0,25 m à une profondeur de 3 à 5 cm a été effectué. Des semences de bonne qualité ayant un pouvoir germinatif supérieur à 80 % ont été utilisées.

❖ Démariage

Le démariage à 2 plants/poquet a permis de ramener la densité à sa valeur voulue en enlevant certains plants, les moins vigoureux, 36 JAS.

❖ Fertilisation et sarclage

La fertilisation a été effectuée en apportant 200 kg/ha de l'engrais de fond NPKSBCaO (14, 18, 18, 5, 1, 2,5) au 15^{ème} JAS complété par 50 kg/ha d'urée (46-0-0) à 45 JAS.

Deux sarclages manuel ont été effectués le 15^{ème} et 45^{ème} JAS et un sarclo-buttage le 80^{ème} JAS.

❖ Récolte

Le coton est récolté sec. Deux récoltes ont été effectuées :

- Une première à 50% des capsules ouverte ;
- Et une deuxième qui correspond aux capsules restantes

❖ Réalisation des traitements phytosanitaires

Six (06) traitements insecticides (avec les 3 doses du produit à tester et le produit de référence) ont été réalisés avec un intervalle de 14 jours entre deux traitements. Les traitements ont démarré au 31^e JAL. Le nombre d'applications et la date de chaque traitement sont ceux indiqués pour l'usage proposé.

Les 8 lignes centrales (figure 6) de chaque parcelle élémentaire ont été traitées à raison de 2 lignes par passage. Les applications sont faites avec un appareil à dos à pression entretenue et à rampe horizontale débitant 60 – 150 l de bouillie/ha. Le pulvérisateur est rincé, avec de l'eau, entre 2 traitements.

Les applications se font en fin de journée pour éviter la dégradation du produit par les rayons ultraviolets.

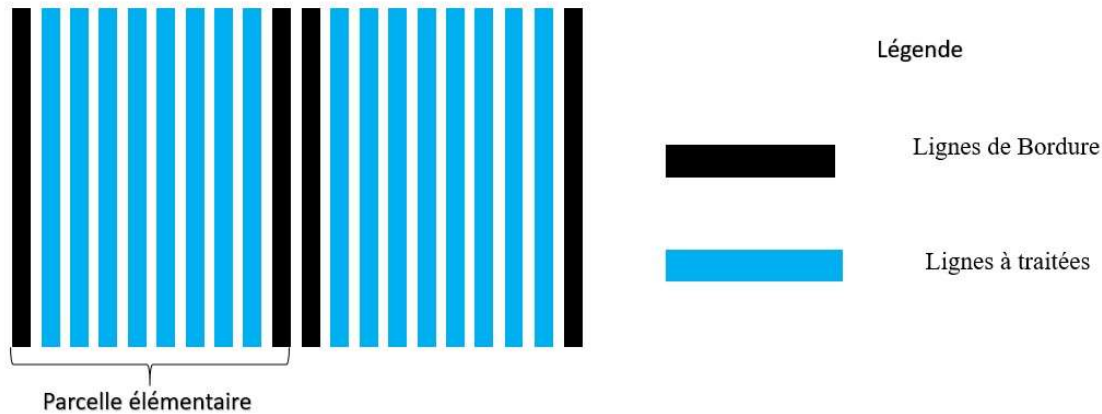


Figure 7: Schéma des traitements phytosanitaires des parcelles élémentaires

2.5 Observations et mesures

Les observations effectuées ont porté sur les relevés parasitaires et ont été réalisées sur les 6 lignes centrales selon la méthode de la diagonale (Figure 8). Dans chaque parcelle élémentaire 30 plants sont observés au hasard à T-1 (un jour avant le traitement), à T+3 (trois jours après traitement) et à T+7 (sept jours après traitement) du 30^{ème} au 122^{ème} JAL des cotonniers.

Le jasside *Amrasca biguttula* est observé en examinant cinq (05) feuilles bien développées de la partie supérieure de la plante. Le plant est considéré comme attaqué si l'une de ces cinq feuilles présente des symptômes d'attaque.

Le nombre d'individus est déterminé ainsi que le nombre de plants attequés sur chaque parcelle élémentaire.

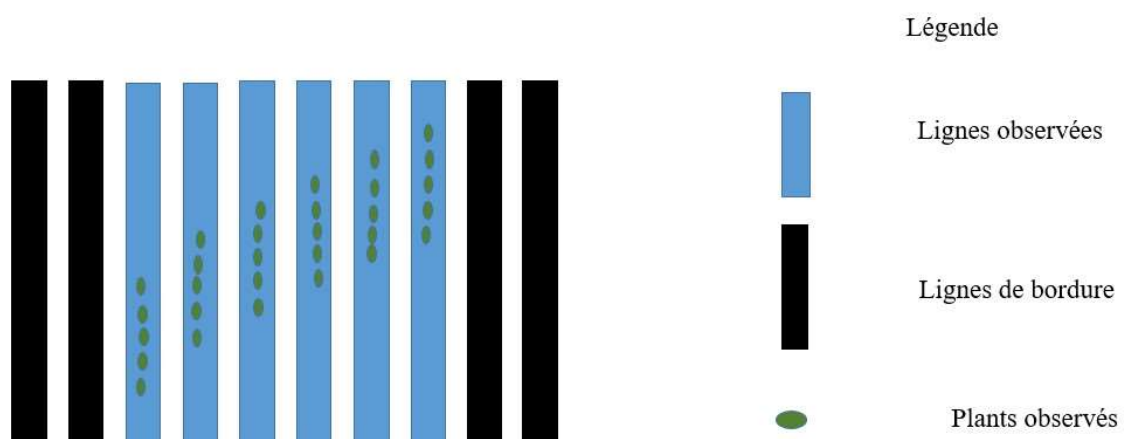


Figure 8 : Schéma de relevé de *Amrasca biguttula* dans une parcelle élémentaire

Les données collectées ont porté sur le :

- nombre de jassides sur les 30 plants observés ;

- nombre de plants attaqués sur les 30 observés ;
- Le niveau moyen d'infestation qui permet la détermination de l'efficacité biologique du produit correspondant au taux moyen de réduction des populations du ravageur. Cette efficacité est calculée à partir de la formule :

Efficacité biologique = [(Niveau moyen d'infestation du ravageur, sur la parcelle non traitée – Niveau moyen d'infestation sur la parcelle traitée) *100/ Niveau moyen d'infestation sur la parcelle non traitée].

- rendement en coton graine.

La production considérée pour le rendement correspond à la récolte des 2 lignes centrales sur une longueur de 6 m (au moins 2 m de bordure sont laissés aux 2 extrémités de chaque ligne).

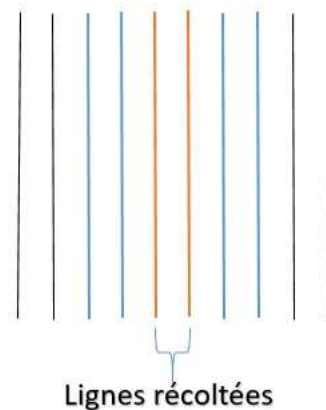


Figure 9 : Schéma des lignes de coton-graine récoltées

2.6 Traitement des données

Les données recueillies ont fait l'objet d'une analyse de la variance (ANOVA) au seuil de 5%. La comparaison des moyennes a été faite à l'aide du test de Newman Keuls au seuil de 5%. Les analyses ont été réalisées avec le logiciel R 4.2 selon un modèle linéaire généralisé (GLM) dans le cas des données de comptages (relevés parasitaires).

Chapitre 3 : RESULTAT ET DISCUSSION

3.1 RESULTATS

3.1.1 Dynamique du jasside *Amrasca biguttula*

Il ressort de l'analyse de la dynamique (figure 10) que *Amrasca biguttula* a été présent durant toute la campagne, avec une première apparition sur le cotonnier à 47 JAS (28 jassides sur 30 plants). L'infestation a évolué progressivement pour atteindre un pic le 17 septembre (177 individus sur 30 plants au 77 JAS). Le niveau d'infestation du ravageur a ensuite fortement baissé (environ 30 individus sur 30 plants) bien que le ravageur soit observé jusqu'à la fin du cycle de développement des cotonniers.

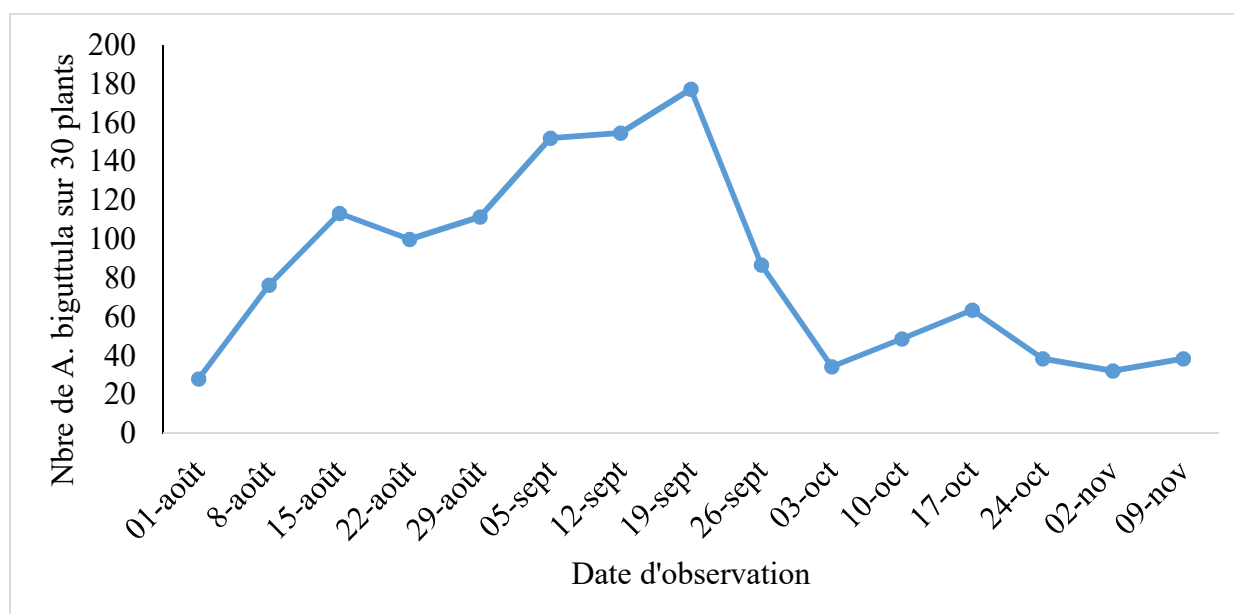


Figure 10: Dynamique hebdomadaire de *Amrasca biguttula*

3.1.2 Effet de Fluxamétamide 103 g/l (30 g/ha) sur la réduction des populations de *Amrasca biguttula*

L'examen des résultats consignés dans le tableau 2 indique une forte présence de jassides sur les parcelles non traitées (85,09) et celles traitées avec le témoin de référence (85,04) (Chlorantraniliprole 200 g/l ou 20 g/ha à la dose de 0,100 l/ha). Une différence très hautement significative ($p < 0,001$) a été observée entre les témoins (absolu et de référence) et les parcelles traitées avec le Fluxamétamide 103 g/l aux différentes doses. Fluxamétamide 103 g/l permet donc de réduire significativement l'infestation de *Amrasca biguttula*.

En outre les niveaux d'infestation du ravageur observés sur les parcelles traitées avec la dose recommandée et celles traitées avec la forte dose ne montrent pas de différence significative. Des trois doses, Fluxamétamide 103 g/l présente une bonne efficacité biologique (70%) aux doses recommandée et forte.

Tableau 2: Efficacité biologique de Fluxamétamide

Objets	Nombre d'individu/30 plants	Ecart-type	Efficacité%
Non traitée	85,09c	51,11	
Témoin de référence	85,04c	41,78	0
Fluxamétamide 0,232	36,29b	19,54	57
Fluxamétamide 0,310	25,86a	18,09	70
Fluxamétamide 0,465	25,15a	20,32	70
Probabilité (Pr)		2,20E-16	
Signification		TS	

Probabilité (Pr) : si $Pr < 0,001$ effet très hautement significatif **TS** ; $Pr < 0,01$ effet hautement significatif **HS** ; $Pr \in [0,01 ; 0,05]$ effet significatif **S** ; $Pr > 0,05$ effet non significatif **NS**.

NB : Les chiffres ayant les mêmes lettres n'ont aucune différence.

3.1. 3 Rémanence de Fluxamétamide 103 g/l (30 g/ha)

Les populations de *Amrasca biguttula* sont réduites par Fluxamétamide 103 g/l trois jours après application du produit quel que soit la dose (T+3). Toutefois, de manière générale, les niveaux d'infestations augmentent légèrement quatre jours plus tard (à T+7) sur l'ensemble des parcelles traitées avec Fluxamétamide 103 g/l (figure 11).

Malgré la baisse constatée, Fluxamétamide 103 g/l maintient les niveaux de populations de *Amrasca biguttula* à un niveau faible jusqu'à 13 jours (T-1 du traitement suivant).

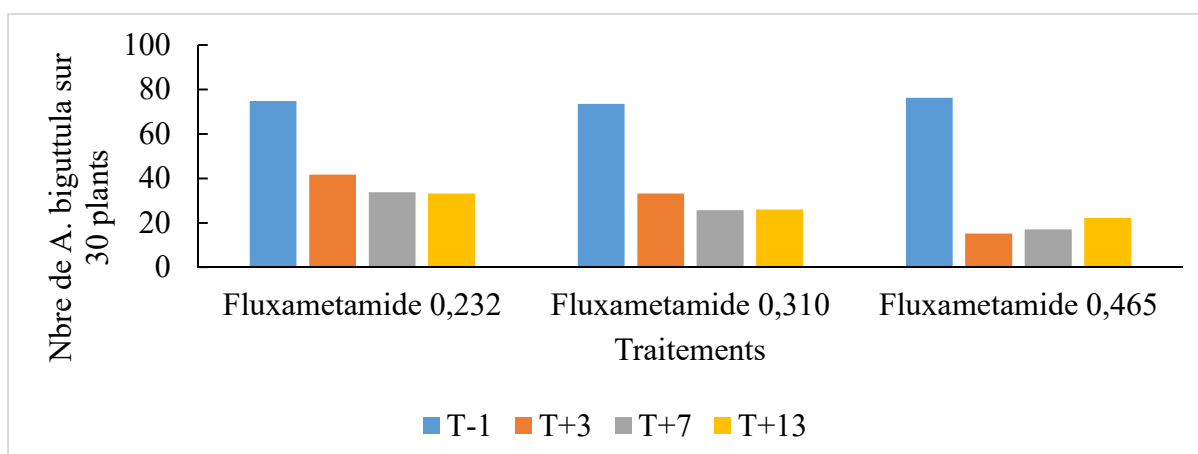


Figure 11 : Rémanence du Fluxamétamide

T-1 : observation avant traitement

T+3 : observation trois jours après traitement

T+7 : observation sept jours après traitement

T+13 : observation treize après traitement

3.1.4 Effet du Fluxamétamide 103 g/l (30 g/ha) sur les dégâts de *Amrasca biguttula* sur feuilles

Les parcelles traitées avec Fluxamétamide 103 g/l (figure 12) ont subi moins d'attaques que celles non traitées et celles traitées avec le témoin de référence (Chlorantraniliprole 200 g/l à la dose de 0,100 l/ha). Aucune différence statistique n'est notée entre la dose recommandée (D) et la forte dose (3/2 D).

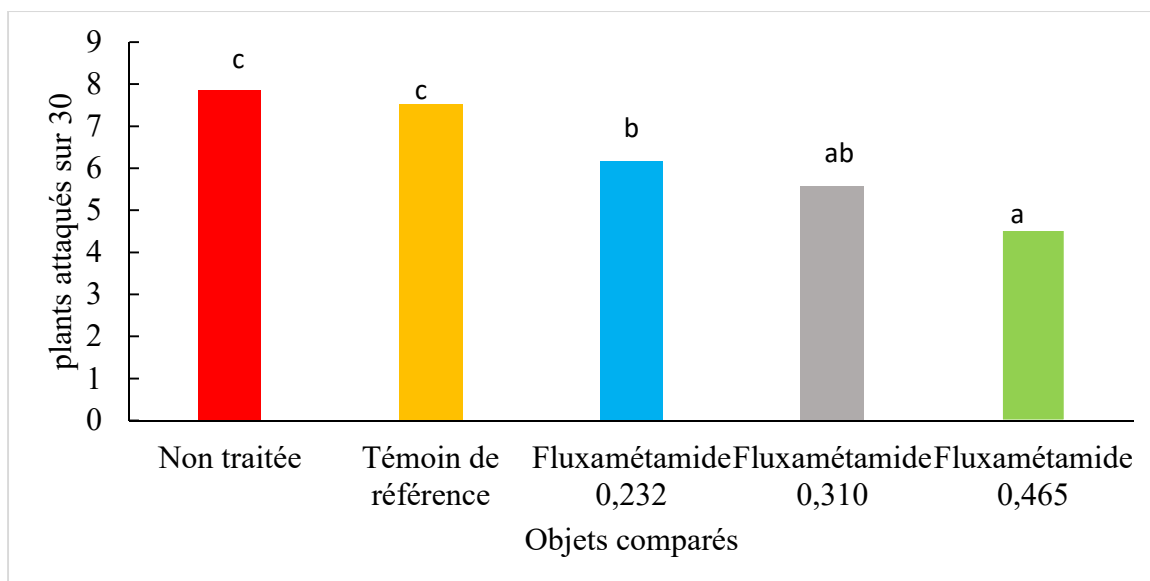


Figure 12: Nombre de plants attequés en fonction des traitements

NB : Les chiffres ayant les mêmes lettres n'ont aucune différence.

3.1.5 Influence de Fluxamétamide 103 g/l (31 g/ha) sur la production de coton graine

Le rendement indique une différence très significative entre les traitements (tableau 6). La parcelle non-traitée a moins produit de coton graine (739 kg/ha) que les autres parcelles (entre 924 kg/ha et 1 206 kg/ha). La production de coton graine obtenue sur les parcelles traitées avec le témoin de référence est inférieure à celle obtenue sur les parcelles traitées avec le Fluxamétamide aux doses "recommandée" et "forte". Une différence de production de 123 à 158 kg/ha est constatée entre les trois traitements.

Tableau 3: Rendement coton graine en fonction des traitements

Objets	Rendement	Surplus/non traitée	Surplus/témoin de référence
Non traitée	739e		
Témoin de référence	924c	185	
Fluxamétamide 0,232	904d	165	- 20
Fluxamétamide 0,310	1047b	308	123
Fluxamétamide 0,465	1206a	467	158
Probabilité (Pr)		2,20E-16	

Signification

TS

Probabilité (Pr) : si Pr < 0,001 effet très hautement significatif **TS** ; Pr < 0,01 effet hautement significatif **HS** ; Pr £ [0,01 ; 0,05] effet significatif **S** ; Pr > 0,05 effet non significatif **NS**.

NB : Les chiffres ayant les mêmes lettres n'ont aucune différence.

3.2 DISCUSSION

L'espèce *Amrasca biguttula* est présente tout au long du cycle du cotonnier. Ainsi, le suivi du jasside dans les parcelles non traitées a permis de constater leur forte pullulation durant la campagne. L'infestation a eu lieu entre les mois d'août et de septembre avec un pic des populations de *A. biguttula* observé en mi-septembre (17 septembre). A cette période, le cotonnier est à sa phase reproductive donc très apprécié par les jassides.

L'incidence de *Amrasca biguttula* augmente avec l'âge de la culture, généralement la population de la phase végétative est inférieure à celle de la floraison et de la maturité (Al-Hamdany & Al-Karboli, 2017).

La pluviométrie serait l'un des facteurs environnementaux qui influencent la prolifération des jassides en culture cotonnière. Kamble & Sathe, (2015) ont trouvé que les perturbations climatiques, caractérisées par des pluies à faible intensité, seraient favorables au développement de *Amrasca biguttula*. De plus, (Khfif et al., 2022) montrent que la constitution des populations du ravageur est rapide surtout pendant la saison des pluies et les temps chauds qui suivent.

Les différents facteurs environnementaux tels que la température, l'humidité relative et les précipitations sont considérés comme une raison importante de la fluctuation de la population (Devi et al., 2018). Al-Hamdany & Al-Karboli (2017) renseignent que l'augmentation de la température contribue à la pullulation des populations de *Amrasca*.

Contrairement à IRAC (2019), qui indique que les précipitations sont un facteur de mortalité des nymphes et des adultes de *A. biguttula*.

Sarr (2015) et Gueye (2021) indiquent que les périodes de pause pluviométrique sont favorables au développement des populations de jassides.

L'effet de Fluxamétamide 103 g/l (31 g/ha) sur la réduction des populations de *Amrasca biguttula* est très marqué. Comparé au témoin de référence (Chlorantraniliprole 20 g/ha), le Fluxamétamide 103 g/l contrôle mieux *Amrasca biguttula*. Parmi les trois doses testées, la dose recommandée (31 g/ha) et la forte dose (46,5 g/ha) contrôlent mieux le ravageur avec une bonne efficacité (70% de réduction des populations). Les résultats obtenus en 2021, au Sénégal, renseignent que les jassides ont été contrôlés à 61 – 75% avec les doses 50 – 70 g/ha (Rapport Entomologie CRA Tambacounda, 2021).

Une réduction très significative des populations est notée après trois jours de traitement. L'efficacité biologique, dans les conditions de la présente étude, est de 69 et 78% pour les doses 31 et 46,5 g/ha. Ces résultats concordent avec ceux obtenus par PR-PICA (2022) où les

jassides sont contrôlés à la dose recommandée du Fluxamétamide (30 g/ha) avec une très bonne efficacité de 94,9% à seulement deux jours (T+2) après traitement sous serre. Au champ les doses 30-50 g/ha de Fluxamétamide ont eu une efficacité de 75 voire 80% sur les jassides. Contrairement à Fluxamétamide 31 g/ha, le Chlorantraniliprole 20 g/ha n'a pas un effet significatif sur *A. biguttula*. Cette différence entre le témoin de référence et Fluxamétamide 31 g/ha serait dû au fait que le Chlorantraniliprole 20 g/ha est un produit très efficace pour les lépidoptères mais pas contre les hémiptères. Ces résultats concordent avec ceux obtenus par PR-PICA (2022) où il a été trouvé que contrairement au Fluxamétamide 31 g/ha, le Chlorantraniliprole 20 g/ha n'a aucun effet de réduction des populations de jassides. Selon (Héma et al., 2019), l'expérimentation conduite sur l'efficacité de Chlorantraniliprole contre les principaux ravageurs du cotonnier a montré que cette molécule contrôle les larves des lépidoptères carpophages et phyllophages avec une efficacité de plus de 90%.

L'application de Fluxamétamide 103 g/l a pu maintenir les populations de *Amrasca biguttula* à de faibles niveaux d'infestation jusqu'à 13 jours après traitement. Le Fluxamétamide 103 g/l aurait donc une rémanence de 14 jours. Ces résultats concordent avec ceux trouvés dans les pays membres du PR-PICA, (2023) où il est noté une rémanence de Fluxamétamide 31 g/ha de 14 jours.

L'augmentation des niveaux d'infestations de *Amrasca biguttula* constatée après le troisième jour sur les doses "faible" et "forte" pourrait être liée au fait que :

- la faible dose ne contrôlerait pas suffisamment les populations de *Amrasca biguttula* ;
- la forte dose réduirait sensiblement les populations de la faune auxiliaire au profit de celles du ravageur.

Le faible rendement des parcelles traitées avec le Chlorantraniliprole 200 g/l, par rapport à celles traitées avec le Fluxamétamide 103 g/l aux doses 31 et 46,5 g/ha, serait dû au fait que la molécule n'a pas pu contrôler les infestations de *Amrasca biguttula* ainsi que ses dégâts. Pour obtenir un bon rendement avec une protection phytosanitaire du cotonnier avec Fluxamétamide 103 g/l il serait judicieux de prendre la dose recommandée (D = 31 g/ha).

La dose de 31 g/ha de Fluxamétamide s'est avérée optimale pour le contrôle des individus de *Amrasca biguttula* ainsi que les dégâts qu'ils commettent. Elle est aussi optimale pour une amélioration de la production de coton graine.

CONCLUSION

En l'absence de protection phytosanitaire, des pertes considérables sont notées sur la culture cotonnière. Le présent travail a permis d'évaluer l'efficacité biologique de Fluxamétamide sur le jasside *Amrasca biguttula*.

Durant la campagne 2022 - 2023, l'invasion de *Amrasca biguttula* a été constatée durant toute la période d'observation. De fortes infestations ont été notées durant la phase reproductive causant d'énormes dégâts notamment dans les parcelles non traitées et celles traitées avec le Chlorantraniliprole 200 g/l (témoin de référence). Les parcelles traitées avec Fluxamétamide 103 g/l, ont subi moins d'attaques et il a permis de contrôler significativement le jasside (*Amrasca biguttula*). Ce qui a permis d'obtenir une réduction des plants attaqués, mais également une augmentation des rendements. La dose recommandée (31 g/ha) de Fluxamétamide s'est avérée optimale.

La formulation de Fluxamétamide 103 g/l peut être utilisée à la dose de 31 g/ha pour lutter contre les jassides du cotonnier. Pour cela il est recommandé :

- une utilisation raisonnée du produit en l'intégrant dans le programme de traitement vulgarisé pendant les deux premières applications (dans un programme à trois fenêtres comportant six applications foliaires) pour ne pas créer une résistance des insectes à ce produit ;
- son utilisation dans un programme de traitements sur seuil d'attaques de *Amrasca biguttula* pour un contrôle raisonné et efficace ;
- la promotion d'autres méthodes de lutte (extraits synthétisés de champignons, bactéries, virus, extraits botaniques à effet insecticide, utilisation de la faune auxiliaire, méthode culturale...) pour préserver l'environnement ;
- une utilisation de variétés tolérantes aux attaques de jassides.

Référence bibliographique

- Al-Hamdany, M. N., & Al-Karboli, H. H. (2017). First Record of Okra leafhopper, *Amrasca biguttula biguttula* Ishida on Okra in Iraq. 10p.
- Badiane, D. (1995). *Cotonnier au sénégâl et méthodes de contrôle*. Mémoire de fin d'étude. 92p.
- Berti, F., Hofst, J.-L., Zagbaï, H. S., & Lebailly, P. (2006). Le coton dans le monde, place du coton africain et principaux enjeux. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 10p.
- Crétenet, M., & Gurlot, J.-P. (2016). *Le cotonnier* (Presse agronomique de Gembloux, Vol. 235).
- Devi, Y. K., Pal, S., & Seram, D. (2018). Okra jassid, *Amrasca biguttula biguttula*. Vol 5 10p.
- Diouf, F. B. H., Sy, M. R., Sall, M., Dia, D., Gueye, M., & Fofana, A. (2017). Productrices de coton au sénégâl. 1p.
- Environmental Protection Agency. (2008). *Pesticide Fact Sheet*. 77p.
- FAO. (2014). Gestion intégrée de la production et des déprédateurs du coton—Guide du facilitateur pour les Champs écoles des producteurs. 89p.
- Gueye, B. (2003). L'agriculture familiale en Afrique de l'Ouest concept et enjeux actuels. 11p.
- Gueye, M. (2021). Evaluation de l'efficacité biologique de la Matrine 0,46% pour le contrôle des insectes piqueurs suceurs du cotonnier au Sénégâl.
- Héma, S. A. O., Ouédraogo, I., Bourgo, L., & Vognan, G. (2019). Utilisation du chlorantraniliprole (CORAGEN 20 SC) dans le contrôle des principaux insectes ravageurs du cotonnier au Burkina Faso. *Tropicultura*. <https://doi.org/10.25518/2295-8010.258>
- Jayarao, B., Somasekhar, Khadar, B. A., Naik, L. K., & Vinaykumar, M. M. (2015). Assessment of biology and morphometric characteristics of different stages of leafhopper, *Amrasca biguttula biguttula* (Ishida) on okra. *The Bioscan*, 10(2), 671-674p.
- Kamble, C., & Sathe, T. (2015). Incidence and host plants for *amrasca biguttula* (ishida) from kolhapur region, india.
- Khifif, K., Baala, M., Bouharroud, R., Trivellone, V., Walters, S. A., Zaid, A., Brostaux, Y., & El Rhaffari, L. (2022). Population ecology of leafhopper *Jacobiasca lybica* (Bergevin & Zanon, 1922) (Hemiptera : Cicadellidae) and its control based on degree-days in Moulouya area of Morocco. *All Life*, 15(1), 434-441. <https://doi.org/10.1080/26895293.2022.2056526>

- Lawson, A. J. (2008). *Memoire Online—Effet de différentes pratiques de taille sur l'amélioration des performances agronomiques du cotonnier Gossypium hirsutum L. - Armel* joã«l LAWSON. Memoire Online. https://www.memoireonline.com/09/09/2706/m_Effet-de-differentes-pratiques-de-taille-sur-lamelioration-des-performances-agronomiques-du-coton0.html
- Martin, T., Ochou, G., n'klo, H., Vassal, J.-M., & Vaissayre, M. (2000). Pyrethroid resistance in the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner), in West Africa. *Pest Management Science*, 56, 549-554. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1526-4998\(200006\)56:6<549::AID-PS160>3.0.CO;2-Y](https://doi.org/10.1002/(SICI)1526-4998(200006)56:6<549::AID-PS160>3.0.CO;2-Y)
- MASA. (2014). *Sénégal*. Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire. <https://agriculture.gouv.fr/senegal>
- Mauney, J. R. (1984). Anatomy and Morphology of Cultivated Cottons. In *Cotton* (p. 59-80). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.2134/agronmonogr24.c3>
- Parry, G. (1982). *Le cotonnier et ses produits*. Maisonneuve et Larose. <http://agritrop.cirad.fr/381534/>
- PR-PICA. (2022). *Evaluation de l'efficacité de nouvelles matières actives ou formulations insecticides sur les jassides* (p. 38).
- PR-PICA. (2023). *Evaluation de l'efficacité de formulations insecticides et de programmes de protection du cotonnier* (p. 53).
- Rapport Entomologie CRA Tambacounda. (2021). *Evaluation de l'efficacité biologique de fluxametamide 10% ec (nc-515 10% ec) contre les ravageurs du cotonnier au senegal*. 16p.
- Al-Hamdany, M. N., & Al-Karboli, H. H. (2017). *First Record of Okra leafhopper, Amrasca biguttula biguttula Ishida on Okra in Iraq*. 10.
- Badiane, D. (1995). *II : cotonnier au senegal et methodes de controle*, 'i. 92.
- Berti, F., Hofs, J.-L., Zagbaï, H. S., & Lebailly, P. (2006). Le coton dans le monde, place du coton africain et principaux enjeux. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*
- Cameron, R. A., Williams, C. J., Portillo, H. E., Marçon, P. C., & Teixeira, L. A. (2015). Systemic application of chlorantraniliprole to cabbage transplants for control of foliar-feeding lepidopteran pests. *Crop Protection*, 67, 13-19. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2014.09.009>
- Crétenet, M., & Gourelot, J.-P. (2016). *Le cotonnier* (Presse agronomique de gembloux, Vol. 235).
- Devi, Y. K., Pal, S., & Seram, D. (2018). *OKRA JASSID, Amrasca biguttula biguttula*. 5(10).

- Diouf, F. B. H., Sy, M. R., Sall, M., Dia, D., Gueye, M., & Fofana, A. (2017). Productrices de coton au sénégal. 1.
- Environmental Protection Agency. (2008). *Pesticide Fact Sheet*.
- FAO. (2014). Gestion intégrée de la production et des déprédateurs du coton—Guide du facilitateur pour les Champs écoles des producteurs. 89.
- Gueye, B. (2003). L’agriculture familiale en Afrique de l’Ouest concepts et enjeux actuels. 11.
- Gueye, M. (2021). Evaluation de l’efficacité biologique de la Matrine 0,46% pour le contrôle des insectes piqueurs suceurs du cotonnier au Sénégal.
- Héma, S. A. O., Ouédraogo, I., Bourgou, L., & Vognan, G. (2019). Utilisation du chlorantraniliprole (CORAGEN 20 SC) dans le contrôle des principaux insectes ravageurs du cotonnier au Burkina Faso. *Tropicultura*. <https://doi.org/10.25518/2295-8010.258>
- IRAC. (2019). *Amrasca spp. Archives*. IRAC. <https://irac-online.org/methods/jassids/>
- Jayarao, B., Somasekhar, Khadar, B. A., Naik, L. K., & Vinaykumar, M. M. (2015). Assessment of biology and morphometric characteristics of different stages of leafhopper, *Amrasca biguttula biguttula* (Ishida) on okra. *The Bioscan*, 10(2), 671-674.
- Kamble, C., & Sathe, T. (2015). Incidence and host plants for *amrasca biguttula* (ishida) from kolhapur region, india.
- Martin, T., Ochou, G., n’klo, H., Vassal, J.-M., & Vaissayre, M. (2000). Pyrethroid resistance in the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner), in West Africa. *Pest Management Science*, 56, 549-554. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1526-4998\(200006\)56:6<549::AID-PS160>3.0.CO;2-Y](https://doi.org/10.1002/(SICI)1526-4998(200006)56:6<549::AID-PS160>3.0.CO;2-Y)
- Mauney, J. R. (1984). Anatomy and Morphology of Cultivated Cottons. In *Cotton* (p. 59-80). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.2134/agronmonogr24.c3>
- PR-PICA. (2022). Evaluation de l’efficacité de nouvelles matières actives ou formulations insecticides sur les jassides (p. 38).
- PR-PICA. (2023). Evaluation de l’efficacité de formulations insecticides et de programmes de protection du cotonnier (p. 53).
- Rapport Entomologie CRA Tambacounda. (2021). *Evaluation de l’efficacité biologique de fluxametamide 10% ec (nc-515 10% ec) contre les ravageurs du cotonnier au senegal*. 16.
- Sarr, M., & Badiane, D. (2023). Gestion des infestations des jassides dans la zone cotonniere du senegal. 3p.

UEMOA. (2014). Coton de l'UEMOA L'Or Blanc d'Afrique de l'Ouest à la Conquête du Marché Mondial. 20p.

Webographique

- Badiane, D., Gueye, M. T., Coly, E. V., & Faye, O. (2015). Gestion intégrée des principaux ravageurs du cotonnier au Sénégal et en Afrique occidentale. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 9(5), Article 5. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v9i5.36>
- Cameron, R. A., Williams, C. J., Portillo, H. E., Marçon, P. C., & Teixeira, L. A. (2015). Systemic application of chlorantraniliprole to cabbage transplants for control of foliar-feeding lepidopteran pests. *Crop Protection*, 67, 13-19p. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2014.09.009> (date de consultation: 20/05/2023)
- Fourasté, I., & Saïchi, N. (2012). Perspectives Agricoles de l'ocde et de la FAO (p. 32) [jeu de données]. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/agr-outl-data-fr>
- Gope, A., Chakraborty, G., Ghosh, S. M., Sau, S., Mondal, K., Biswas, A., Sarkar, S., Sarkar, P. K., & Roy, D. (2022). Toxicity and Sublethal Effects of Fluxametamide on the Key Biological Parameters and Life History Traits of Diamondback Moth *Plutella xylostella* (L.). *Agronomy*, 12(7), Article 7. 16p. <https://doi.org/10.3390/agronomy12071656>
- IRAC. (2019). *Amrasca spp. Archives*. IRAC. <https://irac-online.org/methods/jassids/>
- Khfif, K., Baala, M., Bouharroud, R., Trivellone, V., Walters, S. A., Zaid, A., Brostaux, Y., & El Rhaffari, L. (2022). Population ecology of leafhopper *Jacobiasca lybica* (Bergevin & Zanon, 1922) (Hemiptera : Cicadellidae) and its control based on degree-days in Moulouya area of Morocco. *All Life*, 15(1), 434-441. <https://doi.org/10.1080/26895293.2022.2056526>
- Lawson, A. J. (2008). Memoire Online—Effet de différentes pratiques de taille sur l'amélioration des performances agronomiques du cotonnier *Gossypium hirsutum* L. - Armel joã«l LAWSON. Memoire Online. https://www.memoireonline.com/09/09/2706/m_Effet-de-differentes-pratiques-de-taille-sur-lamelioration-des-performances-agronomiques-du-coton0.html
- MASA. (2014). Sénégal. Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire. <https://agriculture.gouv.fr/senegal>
- Parry, G. (1982). *Le cotonnier et ses produits*. Maisonneuve et Larose. <http://agritrop.cirad.fr/381534/>
- Sanou, E. I. R. (2011). Etude des composantes de rendement du cotonnier transgénique dans les agrosystèmes de l'Ouest du Burkina Faso : Cas des zones de Daboura, de Gombélé Dougou et de Sidéradougou. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.20486.52801>

Selvaraj, S., Adiroubane, D., & Ramesh, V. (2011). Population dynamics of leafhopper, *Amrasca devastans* Distant in cotton and its relationship with weather parameters. *Journal of Entomology*, 8(5): 476-483. DOI:<http://dx.doi.org/10.3923/je.2011.476.483>

Vaissayre, M., & Cauquil, J. (2004). Principaux ravageurs et maladies du cotonnier en Afrique au sud du Sahara (Afrique au sud du Sahara). CIRAD. <https://agritrop.cirad.fr/476360/>

Wendel, J. F., Brubaker, C. L., & Seelanan, T. (2010). The Origin and Evolution of *Gossypium*. In J. Mcd. Stewart, D. M. Oosterhuis, J. J. Heitholt, & J. R. Mauney (Éds.), *Physiology of Cotton* (p. 1-18). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-90-481-3195-2_1