

Résumé

Le maïs compte parmi les céréales les plus consommées en Afrique. Sa production est soumise à de nombreuses contraintes provoquant la baisse du rendement. La signalisation du nouveau ravageur *S. frugiperda* constitue une menace pour la sécurité alimentaire en Afrique. La lutte chimique est la principale méthode utilisée. Cette dernière constitue une menace pour la biodiversité de la faune entomologique utile. La méconnaissance de la bio-écologie de *S. frugiperda* et ses auxiliaires constituent un frein pour la lutte efficace contre ses dégâts. L'objectif de cette étude est d'évaluer le potentiel de régulation de *S. frugiperda* par ses ennemis naturels dans les Niayes et la Petite côte au Sénégal. Des prospections de terrain sont effectuées dans quatre localités. Les chenilles sont collectées et suivies au laboratoire. La biologie de l'insecte est étudiée jusqu'à quatorze générations à partir d'un élevage de masse. Les résultats montrent la présence de cinq espèces de parasitoïdes avec un taux de régulation globale de 18%. Il s'agit de *Charops flavipes* et *Pristomerus* sp. *Meteorus laphygmarum* *Chelonus*. sp. et d'un Tachinaire. La durée du cycle vie de *S. frugiperda* est de 28 jours en moyenne. Ces résultats constituent une première étape de mise œuvre d'un outil d'aide à la décision pour un programme de lutte efficace contre le ravageur *S. frugiperda*.

Mots clé : Lutte biologique, ravageur invasif, parasitoïdes, maïs, Sénégal

Abstract

Maize is one of the most consumed cereals in Africa. Its production is subject to numerous constraints causing a drop in yield. The outbreak of the new pest *S. frugiperda* poses a threat to food security in Africa. Chemical control is the main method used. The latter poses a threat to the biodiversity of useful entomological fauna. The lack of knowledge of the bio-ecology of *S. frugiperda* and its auxiliaries is an obstacle to effective control of its damage. The objective of this study is to evaluate the regulatory potential of *S. frugiperda* by its natural enemies in the Niayes and Petite côte in Senegal. Field surveys are being carried out in four localities. The larvae are collected and monitored in the laboratory. The biology of the insect is studied up to fourteen generations from a mass breeding. The results show the presence of five parasitoid species with an overall regulation rate of 18%. These are *Charops flavipes*, *Pristomerus* sp., *Meteorus laphygmarum*, *Chelonus* sp. and a Tachinidae. The life cycle duration of *S. frugiperda* average is 28 days. These results constitute a first step in the implementation of a decision support tool for an effective pest management programme against the pest *S. frugiperda*.

Keywords: Biological control, invasive pest, parasitoids, maize, Senegal

Introduction

Depuis plusieurs décennies, les céréales continuent de revêtir une grande importance économique. Elles jouent un rôle central dans la vie socio-économique pour la majeure partie des populations de l'Afrique subsaharienne (Guèye *et al.*, 2011).

La production céréalière mondiale est estimée en moyenne de 2 549 357 tonnes (FAO, 2018). Le maïs compte parmi les céréales les plus consommées en Afrique (Bassaler, 2000). Toutefois, il répond à une demande finale fortement diversifiée qui englobe la consommation humaine, l'alimentation animale et les usages industriels (Gleizes, 2013). La culture du maïs est sujette à de nombreuses contraintes provoquant la baisse du rendement (Kouakou *et al.*, 2010). L'une des principales contraintes est la pression continue des insectes ravageurs (Guèye *et al.*, 2011). Il est devenu l'une des spéculations les plus difficiles à cultiver, en Amérique du nord et à la Floride du fait de à causes des dégâts occasionnés par le ravageur *S. frugiperda* (Nagoshi *et al.*, 2006). L'espèce *S. frugiperda* constitue le ravageur du maïs le plus important du point de vue économique dans l'hémisphère occidental (Hruska and Gould, 1997). Par ailleurs, des infestations de cette espèce ont récemment été identifiées à plusieurs endroits en Afrique (Day *et al.*, 2017). Celles-ci indiquent son établissement dans l'hémisphère oriental (Jeger *et al.*, 2017). Au Sénégal, grâce aux prospections régulières de terrain dans la zone sud la présence de *S. frugiperda* a été signalée en Juillet 2017 (Com pers E.Tendeng).

Le ravageur *S. frugiperda*, est un insecte polyphage très robuste en raison des dommages qu'il provoque (Santos *et al.*, 2003). Dans le continent américain les coûts de contrôle avec des produits chimiques et les pertes dues à ce ravageur ont dépassé 300 000 000 \$ au cours de l'année 1977 (Gross and Pair, 1986). Toutefois, Ashley (1979) et Ashley *et al.*, (1982) affirment que le ravageur a un complexe diversifié d'ennemis naturels dans le bassin des Amériques et des Caraïbes. En effet, les dégâts causés par ce ravageur sur les cultures de maïs sont estimés à 25-67%, dans de nombreux pays d'Afrique (Capinera, 2017). Ainsi, diverses méthodes de contrôle, dont les méthodes culturales, chimiques et mécaniques ont été adoptées et pratiquées par les agriculteurs (Kebede, 2018). Cependant, le contrôle avec des insecticides de contact est souvent inefficace même s'il reste jusqu'à aujourd'hui la gestion la plus largement pratiquée (Goergen *et al.*, 2016). De plus, des cas de résistance de la légionnaire aux produits chimiques sont signalés en Afrique tropicale (Goergen *et al.*, 2016). Le ravageur constitue donc une menace économique immédiate et significative pour l'Afrique (FAO, 2017). Son invasion persistante a un impact négatif sur la sécurité alimentaire et peut engendrer une famine en Afrique. Au Sénégal, sa biologie et son niveau de régulation naturelle par les auxiliaires

indigènes sont méconnus. La connaissance de sa bio-écologie et de la régulation naturelle demeurent une nécessité afin de proposer une méthode de lutte efficace et respectueuse de l'environnement.

L'objectif général de cette étude est d'évaluer le potentiel de régulation naturelle de *S. frugiperda*. Elle a pour objectifs spécifiques (i) d'inventorier les ennemis naturels indigènes associés au ravageur *S. frugiperda* et (ii) de déterminer le potentiel de régulation du ravageur par ses ennemis naturels. (iii) et d'étudier sa biologie dans son nouvel environnement.

Chapitre1-Synthèse bibliographique

1.1.Généralités sur le maïs (L., 1753)

1.1.1. Description, origine

Originaire des régions tropicales des Amériques centrales, le maïs (*Zea mays*) appartient à la famille des graminées (Portères, 1955). C'est une plante herbacée annuelle de hauteur variable et constituée d'une tige unique de gros diamètre, constituée d'un empilement de nœuds et d'entrenœuds.

1.1.2. Importance économique du maïs

Le maïs est un aliment de base majeur cultivé dans des zones agroécologiques et des systèmes agricoles divers. Il est consommé par les populations avec des préférences et des contextes socio-économiques divers (Achigan-Dako et al., 2014). Le maïs compose le pourcentage le plus élevé d'apport calorique dans le régime alimentaire national de 22 pays du monde. Outre sa fonction d'aliment de subsistance, il est aussi l'objet d'échanges commerciaux entre un certain nombre de pays (Barrière and Emile, 2000). La production de maïs sert aux utilisations suivantes 12 % pour l'alimentation humaine, 60 % pour l'alimentation animale, 28 % pour les industries. (FAO, 2018).

1.1.3. Systématique

Règne: Végétale

Classe : Liliopsidées

Sous-classe : Magnoliidae

Ordre : Cypéales

Famille : Poacées

Sous-famille : panicoidées

Genre : *Zea*,

Espèce : *Zea mays*

1.2. Généralités sur l'espèce *S. frugiperda* (J. E. Smith)

1.2.1. Description et systématique

➤ *Description*

Le ravageur *S. frugiperda* (J. E. Smith, 1797) est un insecte de l'ordre des lépidoptères et de la famille des Noctuidae (Castro and Pitre, 1988). Il est connu en anglais sous le nom FAW (Fall Armyworm) qui signifie Légionnaire d'automne en français ou même du ver de feuille de maïs (Jeger *et al.*, 2017).



Figure 1: Adultes de *S. frugiperda* (Mâles)

➤ *Systématique*

Embranchement: Arthropoda

Classe: Insecte

Ordre: Lepidoptera

Famille: Noctuidae

Genre: Spodoptera

Espèce: *S. frugiperda*

1.2.2. Biologie

➤ *Stade d'œufs*

L'œuf a la forme d'une coupe renversée, la base est aplatie. Il mesure environ 0,4 mm de diamètre et 0,3 mm de hauteur (Tendeng, *et al.*, 2017). Le nombre d'œufs par masse varie considérablement et se situe entre 100 à 200 œufs. Les œufs sont parfois déposés en couches, mais la plupart des œufs sont étalés sur une seule couche attachée au feuillage. La femelle dépose également une couche d'écailles grisâtres entre les œufs et au-dessus de la masse d'œufs, donnant un aspect poilu ou moisi.



Figure 2: Couches d'œufs sur une feuille de maïs

➤ *Stade larvaire*

La légionnaire d'automne a généralement six stades larvaires. Les jeunes chenilles sont verdâtres avec une tête noire (Niaz *et al.*, 2018) (Figure 4 a). Ces chenilles se dispersent en marchant sur des fils de soie, avant de commencer à se nourrir de plantes hôtes (Cock *et al.*, 2017). La chenille présente un ensemble de lignes parallèles brunes tout le long du corps et des taches noires, des pinacles dorsaux noirs avec une longue soie primaire (deux de chaque côté de chaque segment dans la zone dorsale pâle) et quatre taches noires en carrés sur le dernier segment abdominal (Germain *et al.*, 2017). La ligne centrale forme un « Y » caractéristique au niveau de la capsule céphalique des chenilles âgées (Day *et al.*, 2017). (Figure 4b)



Figure 3: Chenilles de *S. frugiperda* (Source_ Tendeng 2017)

➤ **Stade nymphale**

La nymphose s'effectue à l'intérieure d'un cocon mou. La nymphe est de couleur brune-rougeâtre, de longueur 14 à 18 mm et environ 4,5 mm de largeur (**Figure5**). La durée du stade nymphal est d'environ 8 à 9 jours pendant l'été, mais elle atteint 20 à 30 jours par temps plus frais (Day *et al.*, 2017). Le stade nymphal de l'insecte ne peut pas résister à des périodes prolongées de temps froid.



Figure 4: Nymphe de *S. frugiperda*

➤ **Stade Adulte**

Les adultes émergent la nuit et utilisent généralement leur période naturelle de pré-oviposition pour voler sur plusieurs kilomètres avant de se fixer à la ponte, migrant parfois sur de longues distances. Le ravageur *S. frugiperda* est un papillon nocturne robuste de 32-38 mm d'envergure (Westbrook *et al.*, 2016). Les mâles et les femelles présentent une nette différence au niveau des ailes. Chez le papillon mâle, l'aile est généralement grise et marron, avec des taches blanches triangulaires à l'extrémité et près du centre de l'aile. (**Figure6**) Par contre, les ailes antérieures des femelles sont moins nettement marquées, allant du brun grisâtre uniforme à une

fine tache grise et brune (Tendeng, et *al.*, 2017). Après une période de pré-oviposition de trois à quatre jours, la femelle dépose la plupart de ses œufs pendant les quatre à cinq premiers jours de sa vie. Cette période de ponte peut aller jusqu'à trois semaines (Signoretti *et al.*, 2012). La femelle présente des ailes antérieures grises à brunes (**Figure 7**). Chez le mâle, les ailes sont beaucoup plus foncées avec des marques sombres, une tache blanche à l'extrémité de chaque aile et des bandes pâles. L'abdomen de la femelle est beaucoup plus développé que celui du mâle (Tendeng, et *al.*, 2017).



Figure 5: Femelle de *S. frugiperda*



Figure 6: Mâle de *S. frugiperda*

➤ *Le cycle de développement de S. frugiperda*

La durée de son cycle de développement varie fortement en fonction de la température. En effet, il est estimé en 30 jours en été et 60 jours au printemps et en automne. Pendant l'hiver, le cycle de vie des chenilles dure de 80 à 90 jours (Capinera, 2017).

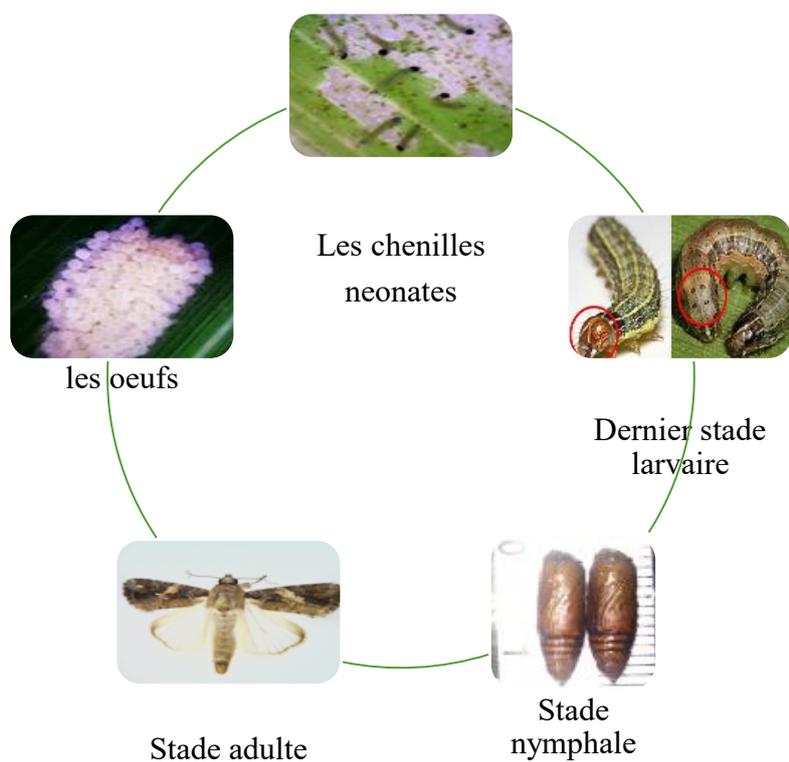


Figure 7: Cycle de vie de de *S. frugiperda*

1.2.3. Origine et répartition géographique

Le ravageur *S. frugiperda* est originaire des régions tropicales et subtropicales des Amériques (Westbrook *et al.*, 2016). Il est établi dans le nord de la Bolivie et de certaines parties du sud du Brésil en passant par l'Amérique centrale et le Mexique, les Caraïbes et les zones subtropicales du sud de la Floride et du Texas dans le sud des États-Unis (Capinera, 2017). Il est apparu sur le continent africain pour la première fois en 2016 au Nigeria (Goergen *et al.*, 2016). Elle s'est propagée en grande vitesse dans les autres parties du continent (occidentale, centrale, orientale et australe) pour se muer en grand ravageur des plantes (Day *et al.*, 2017).. En juillet 2017, elle était signalée dans plus de 25 pays d'Afrique.

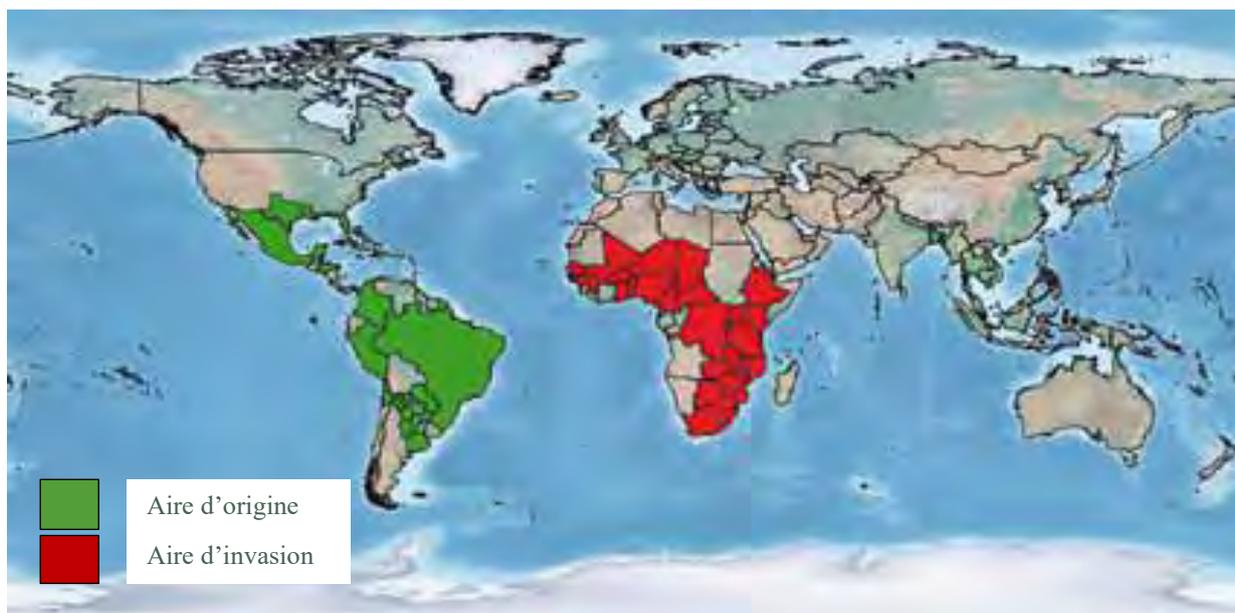


FIGURE 8: Voies potentielles de propagation de *S. frugiperda* partir de l'Afrique

1.2.4. dégâts

La légionnaire d'automne (FAW) est un insecte qui se nourrit de plus de 80 espèces végétales, dont le maïs, le riz, le sorgho et la canne à sucre, mais aussi de légumes et de coton (Silva *et al.*, 2017). Il peut se reproduire et se répandre rapidement dans des conditions environnementales favorables (Abrahams *et al.*, 2017). L'espèce attaque toutes les parties aériennes du maïs à savoir la tige, les feuilles, les fleurs et les épis (Cock *et al.*, 2017). Les infestations durant le stade de développement du maïs allant du milieu à la fin du cycle peuvent entraîner des pertes de rendement de 15 à 73% lorsque 55 à 100% des plants sont infestés (Hruska et Gould, 1997). Cette espèce a un impact socio-économique sur l'Afrique (Day *et al.*, 2017). Ainsi, les coûts globaux des pertes pour le maïs, le sorgho, le riz et la canne à sucre en Afrique sont estimés à environ 13 383 millions de dollars US (Abrahams *et al.*, 2017).

1.3. Les ennemis naturels de *S. frugiperda*

1.3.1. La régulation naturelle

Dans les milieux perturbés comme en milieu agricole, les ravageurs des cultures peuvent avoir des effets très importants. Ceci est expliqué en partie par l'absence de leurs ennemis naturels, qui en contrôlent naturellement l'abondance (Williams *et al.*, 2013). La régulation naturelle est l'action des différents facteurs naturels (biotiques ou abiotiques) qui limitent le développement des espèces nuisibles à l'homme (Drieu, 2013).

1.3.2. Les parasitoïdes

Dans sa région d'origine, les œufs, les larves et les nymphes sont attaqués par plusieurs espèces de parasitoïdes (Molina-Ochoa *et al.*, 2001). Il existe deux parasitoïdes larvaires, *Habrobracon hebetor* au Niger et *Cotesia* spp. au Kenya, qui attaquent les larves de la légionnaire (Prasanna *et al.*, 2018). Les espèces *Telenomus* spp. et *Trichogramma* spp. sont considérés des parasitoïdes œufs (Bastos Dequech *et al.*, 2013) 11 espèces de *Telenomus* et 26 espèces de *Trichogramma*-*Trichogrammatoidea* qui pourraient attaquer les œufs et les larves de *S.frugiperda* sont trouvés dans plusieurs pays (Molina-Ochoa *et al.*, 2001). Aux Etats-Unis, les parasitoïdes les plus fréquemment élevés à partir de larves de *S.frugiperda* sont *Cotesia marginiventris* (Cresson) et *Chelonus texanus* (Cress) (. En Argentine, les parasitoïdes larvaires collectés étaient *Campoletis grioti* (Blanchard), *Chelonus insularis*, *A. marmoratus* (Townsend) et *A. incertus* (Macquart), *Ophion* spp. *Euplectrus platyhypenae* (Howard), et *Incamiya chilensis* (Aldrich). L'espèce *Meteorus* sp. a été obtenue des larves de *S. frugiperda* (Hay-Roe *et al.*, 2016). Au Mexique, 13 genres de parasitoïdes larvaires (hyménoptères), appartenant à trois familles (Braconidae, Ichneumonidae et Eulophilae) ont été retrouvés (Molina-Ochoa, Carpenter, E. A. Heinrichs, *et al.*, 2003). Les chenilles parasitées réduisent graduellement leur consommation de nourriture, consommant moins de 10 % de la quantité consommée par une larve saine (Vacante and Bonsignore, 2017) Les parasitoïdes peuvent être très efficaces à un coût faible ou nul Les parasitoïdes peuvent servir d'insecticides biotiques au lieu de produits chimiques, et d'imposer un minimum ou aucun mal à l'homme ou à l'environnement (Vacante et Bonsignore, 2017). Ainsi, le contrôle biologique de la légionnaire d'automne est hautement souhaitable comme alternative aux méthodes de lutte conventionnelle (Meagher *et al.*, 2016).

1.3.3. Les prédateurs

Des Arthropodes prédateurs, Araignées et Insectes, appartenant aux ordres et familles "classiques" des prédateurs des stades pré-imaginaux (œufs, larves, adultes) ont été recensées Les espèces prédatrices de la légionnaire d'automne sont des généraux qui attaquent de nombreuses autres chenilles. Parmi les prédateurs les plus importants, se trouve divers coléoptères terrestres (Niaz *et al.*, 2018). Les espèces *Olla v-nigrum* (Mulsant), *Cycloneda sanguinea* (L.), *Hippodamia convergens* (Guérin-Méneville) sont obtenues comme espèces prédatrices d'œufs de *S.frugiperda*.

Tableau 1: Liste de quelques ennemis naturels associés au ravageur *S. frugiperda*

Nom scientifique et famille	Groupe fonctionnel	Photo
<i>Trichogramma spp.</i> (Trichogrammatidae)	Parasitoïde d'œufs	
<i>Chelonus insularis</i> (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae)	Parasitoïde d'œufs et de chenilles	
<i>Winthemia trinitatis</i> (Thompson) (Diptera: Tachinidae)	Parasitoïde de chenille	
<i>Cycloneda sanguinea</i> (L.) (Coleoptera: Coccinellidae)	Prédateur	
<i>Olla v-nigrum</i> (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae)	Prédateur	
<i>Hippodamia convergens</i> (Guérin-Ménéville) (Coleoptera: Coccinellidae)	Prédateur	

Source Internet