



# Effet de la durée du cycle de développement de quelques variétés de maïs sur leur susceptibilité à *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) en zone soudanienne du Tchad

**MBAIDIRO Taambaijim'd Josué<sup>1\*, 2,3</sup>, ONZO Alexis<sup>2,3</sup>, DOYAM NODJASSE Amos<sup>1</sup>**

1. Institut Tchadien de Recherche Agronomique pour le Développement, ITRAD, BP : 5400 N'Djamena, Tchad

2. Université de Parakou, École Doctorale des Sciences Agronomiques et de l'Eau, BP : 123 Parakou, République du Bénin

3. Faculté d'Agronomie. Laboratoire de Phytotechnie, d'Amélioration et de Protection des Plantes (LaPAPP) ; Université de Parakou, République du Bénin.

\*Auteur correspondant, Email : [jmbaidiro@gmail.com](mailto:jmbaidiro@gmail.com) / Tel : +235 66781676

**Mots-clés :** Chenille légionnaire d'automne, *Zea mays*, résistance variétale, lutte culturelle

**Key words:** Fall armyworm, *Zea mays*, varietal resistance, cultural control

Date of Acceptance 7/05/2021, Publication date 31/08/2021, <http://m.elewa.org/Journals/about-japs/>

## 1. RÉSUMÉ

*Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), communément appelé « Chenille Légionnaire d'Automne (CLA) », est devenu, depuis quelques années, un important ravageur du maïs au Tchad. Dès lors, des pesticides chimiques ont été appliqués contre ce ravageur ; cependant, vu leur nocivité, il importe de trouver des alternatives à la lutte chimique. L'une d'elles pourrait être la lutte variétale. À cet effet, trois groupes de variétés de maïs cultivées au Tchad et qui diffèrent par la longueur de leur cycle ont été évalués en champ par rapport à leur susceptibilité à la CLA. Le dispositif expérimental a été un Bloc de Fisher complètement randomisé, trois variétés de maïs : précoce (TZEEW), extra précoce (2009 TZEE-W-STR) et tardive (CMS8507C1). Le taux moyen d'infestation a été significativement plus faible ( $P < 0,004$ ), sur les variétés « 2009TZEE-W-STR et CMS8507C1 » ( $8,667 \pm 3,037\%$ ) que sur la variété précoce TZEEW ( $74 \pm 8,109\%$ ). Similairement, les dégâts dus au ravageur ont été significativement plus faibles ( $P < 0,004$ ) sur les variétés « 2009 TZEE-W-STR et CMS8507C1 » (10 % à 25 % de dégâts) que sur TZEEW (25 % à 50 % de dégâts). Quant au nombre d'épis attaqués, il a été significativement plus élevé sur la variété TZEEW que sur les deux autres variétés ( $P < 0,001$ ). Les rendements en grains des trois variétés testées ont été de  $1398,958 \pm 146,442 \text{ kg ha}^{-1}$ ;  $1273,958 \pm 146,442 \text{ kg ha}^{-1}$  et  $1212,5 \pm 146,442 \text{ kg ha}^{-1}$ , respectivement pour CMS8507C1, 2009 TZEE-W-STR et TZEEW. Bien que le rendement le plus faible ait été enregistré sur la TZEEW, les résultats de l'Anova n'ont révélé aucune différence significative entre les variétés ( $P > 0,668$ ). Considérant toutefois que les taux d'infestation, les dégâts ainsi que le nombre d'épis attaqués par la CLA ont été significativement les plus élevés sur la variété précoce TZEEW, les variétés tardives (CMS8507C1), ou extra précoce (2009 TZEE-W-STR) qui ont montré une plus faible susceptibilité au ravageur, devraient être préférées à la variété précoce (TZEEW) dans la lutte contre *S. frugiperda* au Tchad comme alternative à la lutte chimique.



## ABSTRACT

*Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), commonly known as “Fall Armyworm (FAW)”, has recently become a major pest of maize in Chad. For its control, chemical pesticides were the only solution available; however, given their harmfulness, it urges to find alternatives that are ecofriendly. One such alternative could be the varietal control. To this end, three groups of maize varieties cultivated in Chad and which differ in the length of their cycle, were evaluated in a field trial in relation to their susceptibility to FAW. The experimental design was a completely randomized Fisher Block, with three maize varieties: early (TZEEW), extra early (2009 TZEE-W-STR) and late (CMS8507C1). Infestation by FAW was significantly lower ( $P < 0.004$ ), on ‘2009 TZEE-W-STR and CMS8507C1’ ( $8.667 \pm 3.037\%$ ) than on the early variety TZEEW ( $74 \pm 8.109\%$ ). Similarly, damage to maize plants was also significantly lower ( $P < 0.004$ ) on 2009 TZEE-W-STR and CMS8507C1’ (10% to 25% damage) than on TZEEW (25% to 50% damage), whilst the number of damaged maize cobs was also the highest on variety TZEEW ( $P < 0.001$ ). Maize grain yields of these three varieties were  $1398.958 \pm 146.442$  kg ha<sup>-1</sup>;  $1273.958 \pm 146.442$  kg ha<sup>-1</sup> and  $1212.5 \pm 146.442$  kg ha<sup>-1</sup>, respectively for CMS8507C1, 2009 TZEE-W-STR and TZEEW. Although the lowest yield was recorded on TZEEW, results from Anova did not reveal any significant differences among varieties ( $P > 0.668$ ). However, considering that infestation rates, damage scores as well as the number of damaged cobs were significantly higher on the early variety TZEEW, the late variety (CMS8507C1), or the extra early variety (2009 TZEE-W- STR) that have shown lower susceptibility to the pest, should be preferred over the early variety (TZEEW) as a cultural measure in the control of *S. frugiperda* in Chad as an alternative to the chemical control.

## 2. INTRODUCTION

La gestion rationnelle des ravageurs passe pour un défi majeur dans une agriculture qui se veut de plus en plus écologique (Le Pichon *et al.*, 2009 ; Rebaï *et al.*, 2016). En effet, les ravageurs constituent une contrainte importante dans le maintien ou l'amélioration de la productivité des parcelles agricoles à travers le monde, mais leur contrôle est, à ce jour, basé sur la lutte chimique avec ses conséquences néfastes sur l'environnement. Pour y remédier, plusieurs auteurs préconisent le recours à une approche de lutte intégrée (FAO, 2005 ; Thomas, 2020). Il en est ainsi de la gestion de la Chenille Légionnaire d'Automne (CLA), *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae), un ravageur récemment signalé sur le continent africain (Gorgen *et al.*, 2016), et dont la présence au Tchad a été confirmée en 2018 (Prasanna *et al.*, 2018). La Chenille Légionnaire d'Automne (CLA) affectionne particulièrement les céréales, dont le maïs, *Zea mays* L. (Poaceae), une denrée de grande consommation humaine au Tchad (DSA, 2019). Ainsi, le maïs occupe la 3<sup>e</sup> place

après le mil et le sorgho et est l'une des céréales les plus cultivées et consommées au Tchad (DSA, 2019). Malgré son importance, tant sur le plan alimentaire qu'économique, la culture du maïs continue de faire face à plusieurs contraintes biotiques dont les insectes foreurs de tiges notamment *Eldana saccharina* Walker (Lepidoptera : Noctuidae), et *Sesamia calamistis* Hampson (Lepidoptera : Pyralidae) (Bosque-Pérez, 1992). À ces ravageurs inféodés depuis longtemps au maïs est venu s'ajouter récemment, *S. frugiperda*, une espèce de foreurs de tiges encore plus dévastatrices que les premières (Gorgen *et al.*, 2016). En Afrique, la CLA peut entraîner d'importantes pertes de rendement allant jusqu'à 21-53 % si elle n'est pas bien gérée (FAO, 2018 ; Prasanna *et al.*, 2018). Ces taux peuvent, toutefois, varier d'une zone à une autre, et certainement d'une variété à une autre. Cependant, vu que ce ravageur est tout nouveau sur le continent, aucun cultivar résistant ou tolérant à ces attaques n'y a encore été sélectionné. Pour lutter contre la CLA, le seul

moyen dont disposent les producteurs de maïs demeure, à nos jours, la lutte chimique (Bateman et al., 2018 ; Carvalho et al., 2013), nonobstant ses corollaires néfastes sur la santé des populations et sur l'environnement (Bernardes et al., 2015 ; Kibria, 2016). Dans la quête d'alternatives à la lutte chimique, la résistance, variétale apparaît comme une composante de plus en plus privilégiée dans la gestion durable des ravageurs (Kogan, 1994 ; Adango et al., 2021 ; Chiriboga Morales et al.), grâce une meilleure connaissance des interactions plantes-ravageurs (Marnotte, 2011). Elle s'avère être l'une des alternatives à la lutte chimique et se révèle comme une des méthodes de lutte respectueuses de l'environnement et la moins coûteuse pour les producteurs, si elle venait à être mise en œuvre

efficacement (Adango et al., 2021). Au Tchad, trois catégories de cultivars de maïs sont généralement exploitées par les producteurs. Il s'agit des cultivars précoce, des cultivars extra-précoce et des cultivars tardifs. Mais aucune information n'existe à ce jour sur un quelconque comportement différentiel de ces trois catégories de cultivars quant à leur susceptibilité à la CLA. Dans la présente étude, nous avons évalué en milieu réel, la susceptibilité de trois variétés, représentant chacune l'une des trois catégories de maïs produites au Tchad, à l'infestation naturelle de la CLA afin de pouvoir identifier celles qui subiraient le moins de dégâts du ravageur afin de les proposer pour des études ultérieures plus détaillées en vue de leur intégration dans les moyens de lutte à proposer aux producteurs de maïs au Tchad.

### 3. MATERIEL ET METHODES

**3.1. Site de l'étude :** L'étude a été conduite à la Station de Recherche Agronomique de Bébédjia ( $8^{\circ}40'34''$  N ;  $16^{\circ}33'58''$  E et 397 m d'altitude). Elle est située en zone soudanienne du Tchad à 524 km au sud de N'Djamena (la capitale du pays), et jouit d'un climat de type tropical soudanien caractérisé par l'alternance d'une saison pluvieuse (4 à 5 mois) qui s'étend d'avril à octobre et d'une saison sèche (7 à 8 mois) qui s'étend de novembre à mars. La pluviométrie annuelle se situe entre 600 et

1200 mm. Durant l'essai, la pluviométrie moyenne mensuelle recueillie était de 187,95 mm et la température moyenne a varié entre 22,2 et 33,3 °C avec le minimum en septembre et le maximum en octobre. L'humidité relative pendant la période de l'étude a varié entre 82,23 à 83,22 % avec une moyenne de 82,86 %.

**3.2. Matériel d'étude :** *Spodoptera frugiperda* (Photo 1 à Photo 3), est la seule espèce animale qui a fait l'objet de cette étude.



**Photo 1:** adulte mâle (a) et femelle (b) de *S. frugiperda*  
Source : Capinera, 2017



**Photo 2 :** Larve de *S. frugiperda* avec la note de couleur claire en forme de «Y» inversé en-dessous de la tête.  
Source : Capinera, 2017



**Photo 3 :** Dégâts dus au 2<sup>ème</sup> stade larvaire de *S. frugiperda* sur feuilles de maïs  
Source : Agani, 2016

Quant au matériel végétal, il est constitué de trois variétés de maïs sélectionnées en fonction de la durée de leur cycle, mais également de leur forte utilisation par les producteurs. Il s'agit de : TZEEW (une variété précoce de 90 jours) ; 2009 TZEE-W-STR (une variété extra-précoce de 80 jours) ; CMS8507C1 (une variété tardive de 110 jours). Les semences de chacune de ces variétés ont été obtenues auprès du centre régional de recherche agronomique de l'Institut Tchadien de Recherche Agronomique pour le Développement (ITRAD), à Bébédjia.

**3.3. Mise en place de l'essai :** Les parcelles expérimentales ont été labourées à une profondeur de 15-20 cm ; puis ont subi un hersage afin de préparer le lit de semence. Le

semis a été effectué après une pluie utile d'au moins 20 mm le 15 juillet 2020. Le semis est porté à deux graines, placées à une profondeur d'environ 5 cm. Les écartements entre poquets ont été de 80 cm x 40 cm. Un premier sarclage a été effectué au 14<sup>e</sup> jour après levée et un deuxième sarclage à 21 jours après le premier. L'engrais céréale N, P, K (15-15-15) a été apporté comme fumure de fond à une quantité équivalente à 150 kg/ha, enfouie dans les sillons tracés à 10 cm de la ligne de semis. L'urée a été apportée comme engrais de couverture en deux fractions, respectivement, au stade 10 feuilles et à la floraison mâle, aux quantités équivalentes à 25 kg/ha. Aucun traitement phytosanitaire n'a été appliqué sur le site.



**3.4. Dispositif expérimental :** Il s'agit d'un Bloc de Fisher complètement randomisé comprenant 3 traitements représentés par les variétés de maïs et se présentant comme suit : T1 : variété précoce TZEEW ; T2 : variété extra précoce 2009 TZEE-W-STR ; et T3 : variété tardive CMS8507C1. Les traitements ont été répétés 6 fois, et chaque parcelle élémentaire était de 10 m de long et 8 m de large et comportait 10 lignes de semis. Chaque bloc a abrité 18 parcelles élémentaires séparées les unes des autres par une allée de 1,5 m tandis que les blocs ont été séparés l'un de l'autre par une allée de 2 m.

### 3.5. Collecte des données

**3.5.1. Effet de la variété du maïs sur l'infestation et la densité de population de *S. frugiperda* :** Les larves de la CLA ont été comptées directement sur 25 plants de maïs choisis de façon aléatoire sur les 5 lignes centrales de chaque parcelle élémentaire ; soit un total de 150 plants par variété. Ces observations ont été faites tous les 7 jours à compter du 40<sup>e</sup> jour après semis jusqu'à maturité des épis. À chaque jour d'échantillonnage et par parcelle élémentaire, le taux d'infestation des plants de maïs a été déterminé en faisant le rapport entre le nombre de plants infestés (c'est-à-dire, abritant le ravageur) et le nombre total de plants échantillonés (soit 25).

**3.5.2. Effet de la variété de maïs sur les dégâts causés par *S. frugiperda* :** Pour évaluer l'ampleur des dégâts du ravageur sur les plants de maïs, les dommages sur les feuilles ont été observés et évalués à l'aide d'échelle de 0 à 4 modifiée de l'échelle de 0 à 9 de Davis *et al.*, (1992), où : 0 = zéro dégât ; 1 = 10 % à 25 % de dégâts ; 2 = 25 % à 50 % de dégâts ; 3 = 50 % à 75 % de dégâts ; et 4 = cœurs morts (75 % à 100 %). L'échantillonnage a été effectué sur 5 lignes centrales et sur un effectif de 25 plants sélectionnés de façon aléatoire sur chaque parcelle élémentaire. À chaque visite, le nombre de plants de maïs ayant des feuilles fraîchement

consommées par le *S. frugiperda* et/ou présentant de cœurs morts a été déterminé et l'incidence des dégâts (%) calculée par parcelle élémentaire.

**3.5.3. Effet de la variété de maïs sur l'attaque des épis par *S. frugiperda* :** À l'épiaison, il a été vérifié sur chaque épis, la présence/absence du foreur. L'échantillonnage a été effectué sur 5 lignes centrales et sur un effectif de 25 plants sélectionnés de façon aléatoire sur chaque parcelle élémentaire ; soit un total de 150 plants par variété. Tous les épis infestés sur les plants échantillonés ont été comptés et rapportés au nombre total d'épis inspectés pour déterminer par variété la proportion des épis attaqués.

**3.5.4. Évaluation du rendement des trois variétés testées :** À maturité, tous les plants de maïs présents sur chaque parcelle élémentaire ont été récoltés. Les épis ont été détachés, déspathés séchés puis égrenés manuellement. Les grains ont ensuite été, séchés, puis pesés avec une balance électronique de marque Steinberg (300 kg ; précision int. 50 g) pour déterminer le rendement en grains par parcelle élémentaire (soit 80 m<sup>2</sup>) ; et ensuite, ce rendement a été rapporté à l'hectare pour plus de clarté.

**3.5.5. Analyse des données :** Les données ont subi le test de normalité Shapiro – Wilk (Shapiro and Wilk, 1965) avant d'être soumises à des analyses de variance (ANOVA). Au cas où les données n'étaient pas normalement distribuées, elles étaient soumises à une transformation par le logarithme log (X+1) et Arcsine $\sqrt{(X/100)}$ , respectivement pour les densités de la CLA et les taux d'infestation et incidence des dégâts. Lorsque l'analyse de variance révèle des différences significatives entre traitements, les moyennes des différents traitements ont été séparées en utilisant le test de séparation multiple de Student-Newman-Keuls (SNK) au seuil de 5 %. Toutes les analyses des données ont été faites à l'aide du logiciel XLSTAT Version 2016.02.27444.

## 4. RÉSULTATS

**4.1 Effet de la variété du maïs sur la densité de population de *S. frugiperda* :** La figure 1 présente l'évolution des densités par plant de *S. frugiperda* sur les trois variétés de maïs à travers les différents stades phénologiques. Les observations ont montré que, du semis jusqu'au 40<sup>e</sup> jour après semis (40<sup>e</sup> JAS), une croissance de la densité du ravageur a été observée sur toutes les trois variétés. Les densités du ravageur ont ensuite diminué pour atteindre leur plus faible niveau sur toutes les variétés au 54<sup>e</sup> JAS avant d'accroître à nouveau pour atteindre un pic au

68<sup>e</sup> JAS pour décroître encore jusqu'au 89<sup>e</sup> JAS, jour du dernier échantillonnage. Les densités moyennes de population de *S. frugiperda* ont été respectivement de  $9,333 \pm 1,997$ ;  $8,0 \pm 1,997$  et  $6,5 \pm 1,997$  chenilles par plant respectivement sur les variétés TZEEW, CMS8507C1 et 2009TZEEW-STR. L'analyse de variance n'a révélé aucune influence significative des variétés sur la dynamique de population de *S. frugiperda* ( $ddl = 2$ ;  $F = 0,504$ ;  $P = 0,614$ ).

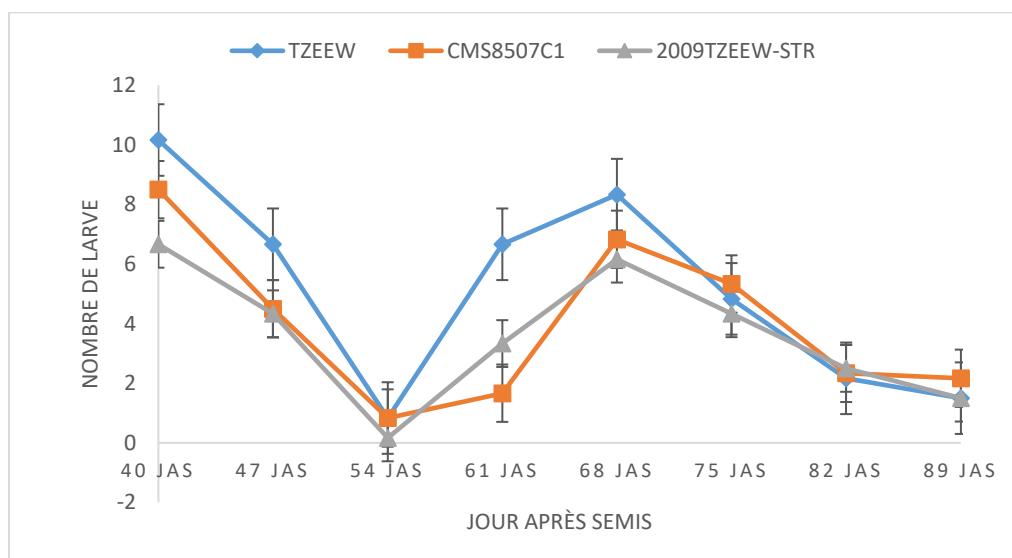


Figure 1 : Évolution des densités par plant de *S. frugiperda* sur les trois variétés

**4.2 Influence de la variété de maïs sur le taux d'infestation par *S. frugiperda* :** La figure 2 présente l'évolution du taux d'infestation des plants de maïs par la CLA sur les trois variétés à différents stades de développement. Les observations ont montré du semis jusqu'au 40<sup>e</sup> JAS une augmentation du taux d'infestation pour atteindre un pic au 61<sup>e</sup> JAS. Le taux d'infestation du ravageur a ensuite diminué pour atteindre son plus faible niveau sur toutes les variétés au 89<sup>e</sup> JAS, jour du dernier échantillonnage. En moyenne, le taux

d'infestation a été de  $74 \% \pm 8,109$ ;  $45,667 \% \pm 2,682$  et  $41,667 \% \pm 2,682$  respectivement pour les trois variétés TZEEW, CMS8507C1 et 2009TZEEW-STR. L'analyse de variance a révélé une influence significative des trois variétés sur le taux d'infestation ( $ddl = 2$ ;  $F = 7,701$ ;  $P < 0,005$ ). En effet, la variété précoce TZEEW a été significativement plus infestée ( $74 \pm 2,682 \%$ ) que les deux variétés CMS8507C1 et 2009 TZEEW-STR qui ont montré des taux d'infestation plus faibles et statistiquement similaires.

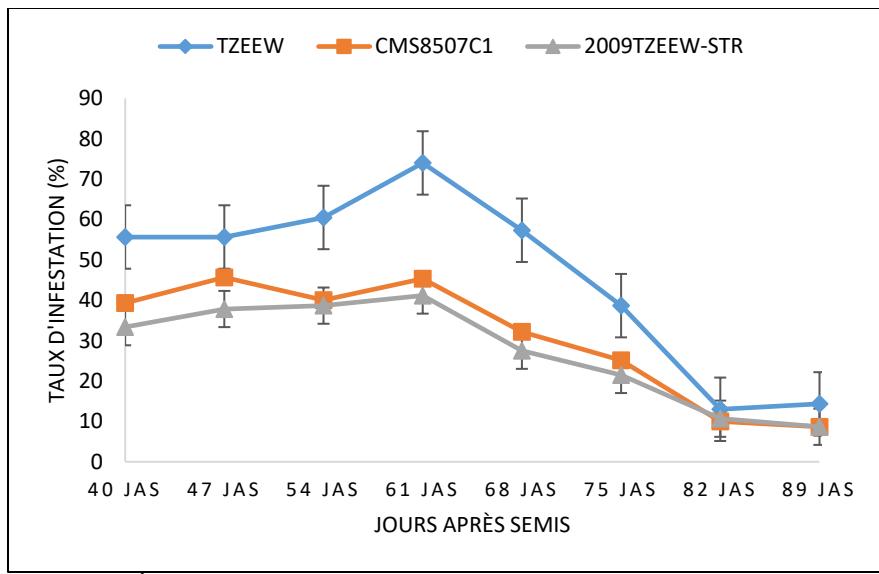


Figure 2 : Évolution du taux d'infestation de la CLA sur les trois variétés

**4.3. Impact de la variété de maïs sur l'incidence des dégâts de *S. frugiperda* sur les feuilles :** La figure 3 présente l'évolution de l'incidence des dégâts de la CLA sur les trois variétés à différents stades de développement. Les observations ont montré du semis jusqu'au 40<sup>e</sup> jour après semis (40<sup>e</sup> JAS), une croissance de l'incidence des dégâts sur toutes les trois variétés. Les incidences des dégâts ont ensuite diminué pour atteindre leur plus faible niveau sur toutes les variétés au 54<sup>e</sup> JAS avant d'accroître à nouveau avec un pic au 68<sup>e</sup> JAS avant de décroître jusqu'au 89<sup>e</sup> JAS, jour du dernier échantillonnage. Les scores moyens des niveaux

des dégâts sur les feuilles ont été de  $2,833 \pm 0,251$ ;  $1,667 \pm 0,251$  et  $1,500 \pm 0,251$ , respectivement pour les TZEEW, CMS8507C1 et 2009TZEEW-STR. L'analyse de variance a montré un effet significatif des variétés sur l'incidence des attaques ( $\text{ddl} = 2$ ;  $F = 8,382$ ;  $P < 0,004$ ). La variété précoce TZEEW a, en effet, enregistré le niveau de dégâts le plus élevé ( $2,833 \pm 0,251$ ) en comparaison aux variétés CMS8507C1 et 2009TZEEW-STR qui ont montré les scores de niveau de dégâts les plus faibles et statistiquement similaires.

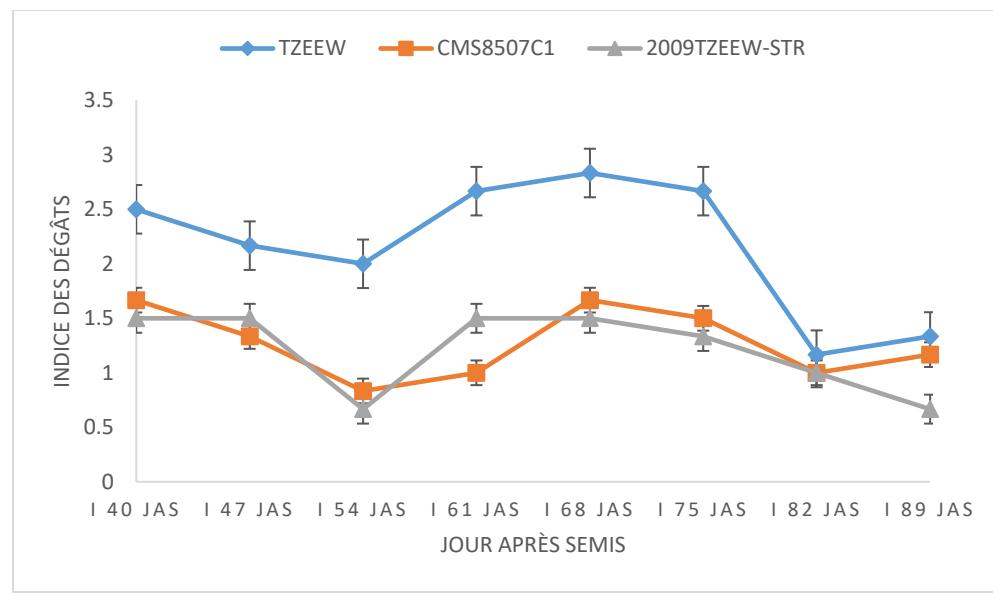


Figure 3 : Évolution de l'incidence des dégâts foliaires sur les trois variétés

**4.4 Relation entre densité de population de *S. frugiperda* et dégâts sur les feuilles :** La figure 4 présente la relation entre la densité de la CLA et ses dégâts enregistrés sur les feuilles pour l'ensemble des trois variétés de maïs prises ensemble. L'analyse de régression linéaire révèle

une relation significativement positive entre l'effectif du ravageur et l'ampleur des dégâts sur les feuilles de maïs, avec un coefficient de détermination  $R^2 = 0,5024$  (Pente = 0,1538 ;  $P < 0,0001$ ).

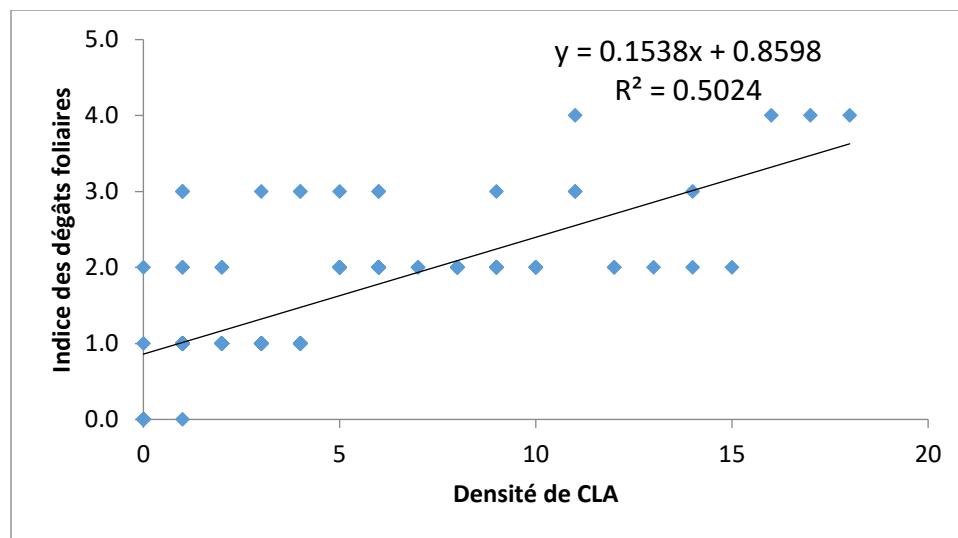


Figure 4 : Relation entre la densité de la CLA et les dégâts foliaires sur les plants de maïs

**4.5. Effet de la variété de maïs sur les dégâts observés sur les épis :** Le tableau 1 présente les valeurs moyennes du nombre d'épis par plant et du nombre d'épis endommagés. Le nombre moyen d'épis par plant de maïs a varié de  $1,1 \pm 0,063$  à  $1,195 \pm 0,063$ . L'analyse de

variance n'a révélé aucune différence significative entre les trois variétés ( $ddl = 2$  ;  $F = 0,562$  ;  $P > 0,582$ ). En ce qui concerne le nombre d'épis attaqués, il a varié de  $3,667 \pm 0,610$  et  $7,33 \pm 0,610$  épis attaqué. L'analyse de variance a révélé une différence significative



entre les nombres d'épis attaqués ( $ddl = 2$ ;  $F = 11,517$ ;  $P < 0,001$ ). Le plus grand nombre d'épis attaqués a été obtenu sur la variété TZEEW tandis que les plus faibles nombres l'ont été sur les variétés CMS8507C1 et 2009TZEEW-STR.

Aussi, la proportion d'épis attaqués a varié de  $12,853 \pm 2,270\%$  à  $26,775 \pm 2,270\%$  d'épis attaqués, avec la variété TZEEW qui a enregistré la proportion la plus élevée ( $ddl = 2$ ;  $F = 12,418$ ;  $P < 0,001$ ).

**Tableau 1 :** Effet de la variété sur l'incidence des dégâts sur les épis

Variété	NEP	NEA	PEA
2009TZEEW-STR	$1,195 \pm 0,063$ a	$3,833 \pm 0,610$ a	$12,990 \pm 2,270$ a
TZEEW	$1,100 \pm 0,063$ a	$7,333 \pm 0,610$ b	$26,775 \pm 2,270$ b
CMS8507C1	$1,147 \pm 0,063$ a	$3,667 \pm 0,610$ a	$12,853 \pm 2,270$ a
DDL	2	2	2
F	0,562	11,517	12,418
Pr > F	0,582	0,001	0,001

Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes d'après le Test de Student-Newman-Keuls.

NEP : Nombre d'épis par plant ; NEA : Nombre d'épis attaqués ; PEA : Proportion d'épis attaqués

**4.6. Évaluation du rendement en grains secs des trois variétés de maïs testées :** Les rendements en poids sec des grains de maïs ont été respectivement, de  $1398,958 \pm 146,442$  kg ha<sup>-1</sup>;  $1273,958 \pm 146,442$  kg ha<sup>-1</sup> et  $1212,5 \pm 146,442$  kg ha<sup>-1</sup> pour CMS8507C1, 2009 TZEEW-STR et la TZEEW. Le

rendement a été le plus faible sur la variété TZEEW, suivi de la 2009 TZEEW-STR puis le plus élevé sur la CMS8507C1. Cependant, l'analyse de variance n'a révélé aucune différence significative entre ces trois variétés ( $ddl = 2$ ;  $F = 0,415$ ;  $P > 0,668$ ).

## 5. DISCUSSION

La présente étude est certainement la première au Tchad à s'intéresser, en conditions naturelles, au comportement différentiel des variétés de maïs face à l'attaque de *S. frugiperda*. Elle a été initiée en vue d'identifier des variétés de maïs résistantes et/ou tolérantes aux attaques de *S. frugiperda*, dans la recherche d'une alternative à la lutte chimique aux conséquences multiples. Les trois variétés de maïs testées dans cette étude diffèrent fondamentalement par la durée de leur cycle de développement : extra-précoce, précoce et tardif. Des résultats de l'étude, il ressort qu'aucune de ces trois variétés n'est résistante à *S. frugiperda*; cependant, elles diffèrent significativement selon leur degré de susceptibilité au ravageur. En effet, du tallage jusqu'à l'épiaison, la dynamique de population du ravageur a révélé que la variété précoce TZEEW a été la plus attaquée par *S. frugiperda* en comparaison aux deux autres que sont l'extra-

précoce 2009TZEEW-STR (80 jours) et la tardive CMS8507C1 (110 jours). Cette différence de susceptibilité mérite que l'on s'y attarde. En effet, l'on pourrait s'attendre à enregistrer les plus forts impacts du ravageur sur la variété extra-précoce ou sur la variété tardive qui sont aux deux extrémités du cycle de production. Il s'en déduit alors qu'il faudrait certainement une coïncidence entre la phase d'émergence des jeunes chenilles du ravageur et celle de grande vulnérabilité des plants de maïs afin que les attaques ne soient manifestes (Davis et al., 1996). En fait, les différents stades de croissance du maïs varient dans leur sensibilité à l'attaque de la CLA (Gross Jr et al., 1982). Ainsi, les jeunes plants de la variété extra-précoce auraient traversé déjà leur stade de vulnérabilité avant la période pullulation de la CLA. En opposition, les plants issus de la variété tardive n'auraient atteint leur phase de vulnérabilité



qu'après que les populations du ravageur aient déjà amorcé leur déclin. Quant aux plants de la variété précoce, leur stade de vulnérabilité considérerait avec la phase de pullulation du ravageur ; ce qui se serait soldé par leur plus forte infestation. Aussi, cette variété pourrait être, de point de vue organoleptique, plus attrayante pour les papillons de nuit de la deuxième génération qui préféreraient les plants avec des feuilles plus tendres pour pondre leurs œufs. La coïncidence de l'état physiologique la plus vulnérable de la variété TZEEW avec la période de pullulation du ravageur pourrait donc expliquer le fort taux d'infestation et l'ampleur des dégâts constatés sur cette variété. Cette différence de susceptibilité pourrait aussi s'expliquer par les caractéristiques morphologiques des variétés testées. En effet, les jeunes plants de la variété extra-précoce présentent une cuticule assez sèche et globalement déshydratée, ce qui ne permettrait pas aux chenilles d'y accéder facilement (Bergvinson *et al.*, 1995). Aussi, les papillons adultes pourraient éviter d'y pondre leurs œufs, préférant les tissus plus tendres et donc plus nutritifs pour leur progéniture. Le plus faible taux d'infestation et le moindre dommage enregistré sur la variété extra précoce pourraient également s'expliquer par un effet néfaste des tissus végétaux plus âgés sur la survie et/ou la croissance des larves. En effet, la concentration des composantes de la paroi cellulaire, en particulier sa teneur en lignine, augmente avec la maturité progressive des tissus (Morrison *et al.*, 1998 ; Wiseman, 1994) ; ce qui les rendrait moins attractives pour les chenilles. Aussi, les mandibules de ces larves peuvent être moins efficaces pour percer et broyer des tissus matures plus résistants (Bergvinson *et al.*, 1995). Quant à la variété tardive, elle aurait été moins attrayante que la variété précoce. Cependant, notre analyse aurait été plus complète si l'essai avait intégré les dates de semis ; ce qui aurait permis de mieux

caractériser les conditions agro climatiques qui gouvernent l'infestation des plants de maïs par la CLA. Similairement au niveau d'infestation et de densité du ravageur, les paramètres de rendement tels que le nombre d'épis attaqués et la proportion d'épis attaqués par plant ont été également plus élevés sur la variété précoce que sur les deux autres. Toutefois, bien que le rendement en grains soit plus faible sur la variété précoce que sur les deux autres, cette différence n'était pas statistiquement significative. Cependant, de telles incongruités ne sont pas spécifiques à notre étude. En effet, plusieurs auteurs ayant travaillé sur les foreurs de tiges de maïs avaient déjà rapporté que des dégâts plus faibles sur une variété donnée ne se traduisent pas nécessairement par un rendement plus élevé en grains. Ainsi, Kumar (2002) a signalé que certains hybrides, même s'ils présentaient moins de dommages à la CLA, avaient des rendements significativement plus faibles que ceux ayant des dommages plus élevés. Aussi, Betbeder-Matibet *et al.*, (1994), ont rapporté que la sensibilité des plantes céréalières aux foreurs des tiges devrait être également bien déterminée, car la baisse de productivité en grains de la céréale ne dépend pas nécessairement de l'intensité des dégâts. En conséquence, ils préconisèrent d'examiner les matériels génétiques, non seulement aux stades phénologiques où les attaques ont lieu, mais également à la récolte pour mieux évaluer l'impact réel de ces ravageurs sur la production des céréales. En effet, certaines variétés, bien que fortement attaquées dans leur phase végétative, arrivent à surmonter les dégâts infligés par le ravageur durant le tallage jusqu'à l'épiaison. Cependant, l'absence dans notre essai, de traitements témoins, c'est-à-dire, sans le ravageur, ne permet pas d'aller plus en profondeur sur les potentiels autres facteurs pouvant éclairer davantage sur les pertes de rendement directement infligées à chacune des variétés par l'attaque de la CLA.



## 6 CONCLUSION

Cette étude a permis d'évaluer en station la susceptibilité de quelques variétés de maïs à la chenille légionnaire d'automne *S. frugiperda* au Tchad. Les résultats ont montré que dans nos conditions expérimentales, c'est la variété précoce TZEEW qui a été la plus sujette à l'attaque du ravageur. Bien que des essais complémentaires intégrant les dates de semis, ou

des essais d'exclusion soient encore nécessaires, les présents résultats indiquent clairement que les meilleures variétés à privilégier dans la lutte préventive contre la CLA au Tchad devraient être les variétés extra-précoce ou tardives tandis que les variétés précoce devraient être évitées dans les zones agricoles où sévit le ravageur.

## 7 REMERCIEMENTS

Les auteurs expriment leur reconnaissance à l'ITRAD qui a assuré le financement de ces travaux. Ils expriment également leur gratitude

aux Techniciens de l'ITRAD qui ont facilité la mise en œuvre des activités sur le terrain.

## DÉCLARATION DE CONFLIT D'INTÉRÊTS

Tous les auteurs ne déclarent l'existence d'aucun conflit d'intérêts.

## 8 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Adango, E., Onzo, A., Kassa, J.W., 2021. Comportement de quelques variétés de la grande morelle, *Solanum macrocarpon* L.(Gboma) face à l'attaque de l'acarien tarsonème, *Polyphagotarsonemus latus* Banks (Acari: Tarsonemidae) au Sud-Bénin. *J. Anim. Plant Sci.* 47, 8372–8386. <https://doi.org/10.35759/JAnmPlSci.v47-1.3>
- Agani B., B., 2016. Etude du comportement de trois variétés de maïs améliorées face à l'infestation par le foreur de tige, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith 1797), dans la commune de Parakou (Mémoire de Licence Professionnelle en Sciences et Techniques de Production Végétale). Université de Parakou, Benin. 69pp.
- Bateman, M.L., Day, R.K., Luke, B., Edgington, S., Kuhlmann, U., Cock, M.J., 2018. Assessment of potential biopesticide options for managing fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in Africa. *J. Appl. Entomol.* 142, 805–819.
- Bergvinson, D.J., Hamilton, R.I., Arnason, J.T., 1995. Leaf profile of maize resistance factors to European corn borer, *Ostrinia nubilalis*. *J. Chem. Ecol.* 21, 343–354.
- Bernardes, M.F.F., Pazin, M., Pereira, L.C., Dorta, D.J., 2015. Impact of Pesticides on Environmental and Human Health, in: Andreazza, A.C., Scola, G. (Eds.), *Toxicology Studies - Cells, Drugs and Environment*. InTech. <https://doi.org/10.5772/59710>
- Betbeder-Matibet, M., Goebel, F.-R., Ratnadass, A., 1994. Lutte intégrée contre les foreurs de céréales tropicales : évaluation de la résistance variétale aux ravageurs. ANPP.
- Bosque-Pérez, N.A., 1992. Principaux insectes nuisibles du maïs en Afrique ; biologie et méthodes de lutte : guide de recherche de l'IITA, No. 30.
- Capinera, J.L., 2017. Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Insecta: Lepidoptera: Noctuidae). Publication #EENY098. Florida (FL): UF/IFAS Extension Service, University of Florida; [accessed 10 October 2017]. <http://edis.ifas.ufl.edu/in255>. Fall Armyworm.
- Carvalho, R.A., Omoto, C., Field, L.M., Williamson, M.S., Bass, C., 2013. Investigating the Molecular Mechanisms of Organophosphate and Pyrethroid Resistance in the Fall Armyworm *Spodoptera frugiperda*. *PLoS ONE* 8, e62268.



- <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0062268>
- Chiriboga Morales, X., Tamiru, A., Sobhy, I.S., Bruce, T.J., Midega, C.A., Khan, Z., 2021. Evaluation of african maize cultivars for resistance to Fall Armyworm *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) larvae. Plants 10, 392.
- Davis, F.M., Wiseman, B.R., Williams, W.P., Widstrom, N.W., 1996. Insect colony, planting date, and plant growth stage effects on screening maize for leaf-feeding resistance to fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). Fla. Entomol. 79, 317–317.
- DSA, 2019. Donnée compilée des Superficies et de production Agricole (2010-2019). Direction de la Statistique Agricole du Tchad.
- FAO, 2018. Integrated management of the fall armyworm on maize: a guide for farmer field schools in Africa. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Gross Jr, H.R., Young, J.R., Wiseman, B.R., 1982. Relative susceptibility of a summer-planted dent and tropical flint corn variety to whorl stage damage by the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). J. Econ. Entomol. 75, 1153–1156.
- Kibria, G., 2016. Pesticides and Its Impact on Environment, Biodiversity and Human Health-A Short Review. Recuperado el.
- Kogan, M., 1994. Plant resistance in pest management. Introd. Insect Pest Manag. 3, 73–118.
- Kumar, H., 2002. Plant damage and grain yield reduction by fall armyworm and stem borers on certain maize hybrids containing resistance genes from varying sources under experimental and farmers field conditions. Crop Prot. 21, 563–573.
- Le Pichon, V., Romet, L., Lambion, J., 2009. Approche multi-niveaux de la gestion des bio-agresseurs : moyen d'analyse des expérimentations du Groupe de Recherche en Agriculture Biologique. Innov. Agron. 4, 91–99.
- Marnotte, P., 2011. Atelier d'échanges et d'écriture de projet thème " habitat et plantes compagnes" 18, 19 et 20 octobre 2011 Cotonou (Bénin) : Divecosys Diversification des systèmes de culture pour une gestion agro-écologique des bio-agresseurs en Afrique de l'Ouest 49 P.
- Morrison, T.A., Jung, H.G., Buxton, D.R., Hatfield, R.D., 1998. Cell-wall composition of maize internodes of varying maturity. Crop Sci. 38, 455–460.
- Prasanna, B.M., Huesing, J.E., Eddy, R., Peschke, V.M., 2018. Fall armyworm in Africa: a guide for integrated pest management 1-120 pp.
- Rebaï, N., Rebaudo, F., Rebotier, J., Dangles, O., 2016. Logiques paysannes, production agricole et lutte contre les ravageurs des cultures à Salcedo dans les Andes équatoriennes : stratégies individuelles ou collectives ? VertigO - Rev. Electronique En Sci. Environ. <https://doi.org/10.4000/vertigo.18240>
- Shapiro, S.S., Wilk, M.B., 1965. An analysis of variance test for normality (complete samples). Biometrika 52, 591–611.
- Thomas, G., 2020. La lutte intégrée contre les ravageurs, la meilleure voie pour l'agriculture de demain ? • UAV-IQ. UAV-IQ. URL <https://www.uaviq.com/fr/2020/05/lutte-integree-surendra-dara/> (accessed 12.10.20).
- Wiseman, B.R., 1994. Mechanisms of maize resistance to corn earworm and fall armyworm. Insect Resist. Maize 46.