Revue Africaine d'Environnement et d'Agriculture
http://www.rafea-congo.com
2026 ; 9(2), 59-71
ISSN (Print) : 2708-7743 **eISSN** : 2708-5422 **Dépôt légal** : JL 3.01807-57259

Influence des dates de semis sur la dynamique de la striure du maïs (*Maize streak virus*) et le rendement en grains dans différents environnements agroécologiques dans la Province du Kwilu (République Démocratique du Congo)

Kap Koy Kapinga[1], Prince Mabweta Ntinu[3], Marcel Muengula Manyi[2], Roger Kizungu Vumilia[2], Adrien Kalonji Mbuyi[2]

[(1)]Université de Kikwit. Faculté des Sciences Agronomiques et Environnement. Mention Production végétale. BP 76 KIKWIT (RDC) E-mail : koykapinga@yahoo.fr
[(2)]Université de Kinshasa. Faculté des Sciences Agronomiques et Environnement. Mention Production végétale. BP 117 Kinshasa XI (RDC)
[(3)]Université de Djuma. Faculté des Sciences Agronomiques et Environnement. Mention Production végétale. BP 7445 Kinshasa I (RDC

Reçu le 11 mai 2026, **accepté le** 20 juin 2026, **publié en ligne le** 27 juin 2026
DOI : https://dx.doi.org/10.4314/rafea.v9i2.7

RESUME

Description du sujet. La striure du maïs (MSV) constitue l'une des principales contraintes à la production du maïs en Afrique centrale en général et dans la province du Kwilu en particulier.
Objectifs. Cette étude se propose d'évaluer l'effet des dates de semis sur l'expression de la striure du maïs et le rendement en grains dans différents environnements agroécologiques du Kwilu.
Méthodes. Un essai factoriel en split-plot, comportant deux variétés (Mudishi 3 et Galuba) et huit dates de semis, a été conduit sur trois sites (Kiyaka, Kimbinga et Kikwit) durant les saisons culturales A et B de 2024–2025. Les paramètres évalués comprenaient l'incidence, la sévérité et la gravité de la maladie, ainsi que le rendement en grains.
Résultats. Les dates de semis ont significativement influencé les paramètres phytopathologiques et le rendement ($p < 0,05$). Les semis précoces (D1, D2 et D3) ont enregistré les plus faibles incidences de la maladie et les rendements les plus élevés. La variété Mudishi 3 a montré une meilleure tolérance à la striure et des rendements supérieurs à ceux de la variété Galuba.
Conclusion. L'adoption des semis précoces, associée à l'utilisation de variétés tolérantes, constitue une stratégie efficace pour réduire l'impact de la striure et améliorer la productivité du maïs dans les conditions agroécologiques de la zone d'étude.

Mots-clés : *Maize streak virus*, date de semis, rendement, tolérance variétale, Kwilu/RDC.

ABSTRACT

Influence of planting dates on *Maize streak virus* dynamics and grain yield across different agroecological environments in Kwilu Province (Democratic Republic of the Congo)
Description of the subject. *Maize streak virus* (MSV) disease is one of the primary constraints to maize production in Central Africa in general, and in the Kwilu province in particular.
Objective. This study aims to evaluate the effect of planting dates on maize streak disease expression and grain yield across different agroecological environments in Kwilu.
Methods. A split-plot factorial experiment, involving two varieties (Mudishi 3 and Galuba) and eight planting dates, was conducted at three sites (Kiyaka, Kimbinga, and Kikwit) during the 2024–2025 A and B cropping seasons. The evaluated parameters included disease incidence, severity, and gravity, as well as grain yield.
Results. Planting dates significantly influenced phytopathological parameters and yield ($p < 0.05$). Early planting (D1, D2, and D3) recorded the lowest disease incidences and the highest yields. The Mudishi 3 variety demonstrated better tolerance to maize streak and achieved higher yields compared to the Galuba variety.
Conclusion. Adopting early planting, combined with the use of tolerant varieties, provides an effective strategy to mitigate the impact of maize streak virus and enhance maize productivity under the agroecological conditions of the study area.

Keywords: Maize streak virus, planting date, yield, varietal tolerance, Kwilu/DRC.

1. INTRODUCTION

Le maïs (*Zea mays* L.) est l'une des cultures céréalières les plus importantes au monde et occupe une place stratégique dans les systèmes agricoles en raison de son rôle majeur dans l'alimentation humaine, animale et industrielle. Grâce à sa forte valeur nutritive, sa polyvalence d'utilisation et sa large adaptation agroécologique, il contribue de manière significative à la sécurité alimentaire mondiale et au développement socioéconomique de nombreux pays (Dowswell *et al*., 1996 ; Shiferaw *et al*., 2011). La demande mondiale en maïs grain continue d'augmenter sous l'effet de la croissance démographique, de l'expansion des systèmes d'élevage et des besoins industriels, accentuant ainsi la nécessité d'améliorer durablement les systèmes de production, particulièrement dans les régions tropicales confrontées à de fortes contraintes de production (FAOSTAT, 2023).

À l'échelle mondiale, le maïs représente la première céréale en volume de production, devant le blé (*Triticum sativum*) et le riz (*Oryza sativa*), avec un potentiel élevé de rendement par unité de surface (Dowswell *et al*., 1996 ; FAOSTAT, 2023). Toutefois, malgré les progrès réalisés en amélioration variétale et en intensification agricole, la productivité du maïs demeure fortement limitée par plusieurs facteurs biotiques et abiotiques, notamment les maladies, les ravageurs, la variabilité climatique et la dégradation des sols (Cairns *et al*., 2013 ; Lobell *et al.*, 2011).

En République Démocratique du Congo (RDC), le maïs constitue la deuxième culture vivrière après le manioc (*Manihot esculenta*) et demeure la principale céréale cultivée, devant le riz (*Oryza sativa*), le sorgho (*Sorghum bicolor*), le millet (*Pennisetum glaucum*) et le blé (*Triticum sativum*) (FAOSTAT, 2023). Cette culture joue un rôle déterminant dans la sécurité alimentaire des ménages et dans les revenus des producteurs ruraux. Néanmoins, les rendements enregistrés en milieu paysan restent faibles, généralement compris entre 0,8 et 1 tonnes /ha, soit des niveaux largement inférieurs au potentiel agronomique des variétés disponibles (Shiferaw *et al*., 2011). Cette faible productivité résulte de plusieurs contraintes, notamment les faibles niveaux d'intrants, les mauvaises pratiques culturales, les stress climatiques ainsi que la forte pression des bioagresseurs, parmi lesquels les maladies virales occupent une place importante (Badu-Apraku *et al.*, 2022). Dans plusieurs bassins de production de l'ouest de la RDC, notamment à Kiyaka, Kimbinga et Kikwit, des incidences importantes de la striure du maïs (jusqu'à l'ordre de 50 %) ont été observées, compromettant significativement les performances de la culture (Koy *et al.*, 2026).

La striure du maïs, causée par le *Maize streak virus* (MSV), est reconnue comme l'une des maladies virales les plus dévastatrices du maïs en Afrique subsaharienne (Shepherd, 2009 ; Emeraghi *et al.*, 2021). Le virus est transmis de manière persistante par des cicadelles du genre *Cicadulina*, dont les dynamiques de population jouent un rôle central dans l'épidémiologie de la maladie (Thottappilly *et al.*, 1998 ; Bosque-Pérez, 2000). L'impact du MSV varie selon le stade phénologique au moment de l'infection. Les attaques précoces entraînent généralement une réduction de la photosynthèse, un ralentissement de la croissance, un rabougrissement des plants et une mauvaise formation des épis, pouvant conduire à des pertes sévères de rendement, voire à une destruction quasi complète de la production dans les cas extrêmes (Bock, 1982 ; Ramusi, 2012 ; Emeraghi *et al*., 2021).

Dans un contexte où les méthodes curatives contre les maladies virales végétales demeurent limitées, la lutte contre le MSV repose essentiellement sur des approches préventives et intégrées. Celles-ci incluent l'utilisation de variétés tolérantes, la gestion des vecteurs, les bonnes pratiques culturales ainsi que l'optimisation des dates de semis (Yacoubou *et al*., 2021 ; Badu-Apraku *et al*., 2021). Parmi ces stratégies, l'ajustement du calendrier cultural apparaît comme une approche particulièrement efficace pour réduire l'exposition des cultures aux périodes de forte pression vectorielle. Plusieurs études ont montré que les semis précoces permettent de limiter l'incidence et la sévérité des maladies tout en améliorant significativement le rendement du maïs dans les environnements tropicaux (Tollenaar *et al.*, 1999 ; Mahmoud *et al*., 2021 ; Melo *et al*., 2021).

Par ailleurs, les changements climatiques récents modifient profondément les calendriers agricoles et influencent simultanément le développement des cultures, la distribution des ravageurs et l'évolution des maladies phytopathologiques (IPCC, 2021 ; Lobell *et al.*, 2011). Les modifications des régimes pluviométriques et thermiques peuvent altérer les interactions entre le maïs, ses vecteurs et les agents pathogènes, rendant plus difficile la détermination des périodes optimales de semis (Deutsch *et al.*, 2018). Dans ce contexte, l'adaptation des calendriers culturaux devient une composante essentielle des stratégies de résilience des systèmes agricoles.

Malgré l'importance du maïs dans les systèmes alimentaires de la RDC, les connaissances relatives à l'effet des dates de semis sur la dynamique de la striure du maïs et ses conséquences sur le rendement (grains) restent encore limitées dans plusieurs environnements agroécologiques du pays.

La présente étude repose sur l'hypothèse selon laquelle, les semis précoces réduisent la pression du Maize streak virus et améliorent significativement les performances agronomiques du maïs. La recherche vise à évaluer l'influence des dates de semis sur la dynamique de la striure du maïs et le rendement (grains) dans trois environnements agroécologiques de la RDC (Kiyaka, Kimbinga et Kikwit), afin d'identifier les périodes de semis les plus favorables pour réduire la pression de la maladie et optimiser durablement la productivité du maïs.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1. Zone d'étude

La présente recherche a été conduite dans trois sites dans la province de Kwilu en conditions d'infections naturelles, de septembre 2024 à juin 2025, soit deux saisons culturales (A et B) du maïs en RDC. Le premier site est en milieu paysan en savane dans la localité de Kimbinga (5°14N, 19°04W, 578 m). Le second a été installé en milieu paysan en jachère dans les environs de la ville de Kikwit (05^0 02 N, 180,45 W, 451 m d'altitude). Le troisième était conduit dans la zone forestière de l'INERA Kiyaka (5°16 N, 18°57 W, 755 m d'altitude).

Les régions de Kikwit, de Kimbinga et de l'Institut National de Recherches Agronomiques (INERA) Kiyaka sont dans un climat tropical humide à tendance équatoriale du type AW_3 selon la classification de Köppen. Ce climat est caractérisé par la succession de deux grandes saisons sèche et pluvieuse. La température moyenne annuelle varie entre 22 et 25 °C et l'amplitude thermique journalière est de 10 à 15 °C. La moyenne annuelle des précipitations atteint 1500 mm. Les maximas de pluie s'observent entre les mois de novembre et décembre, jusqu'aux mois de mars et d'avril, tandis que les minima sont observés pendant la période de janvier à février et de la mi-mai à la mi-août (Anzolo *et al.,* 2016). Les essais étaient installés dans les sols sablo-argileux ou argilo-sablonneux selon qu'ils se trouvent en savane ou en forêt ; le pH moyen se situe entre 5 et 6 (Lele *et al*., 2016).

2.2. Matériel végétal

Deux variétés de maïs ont été expérimentées : une variété locale (Galuba) et une variété améliorée (Mudishi 3), provenant du Programme National de Maïs (PNM) de l'INERA/Kiyaka.

2.3. Méthodes

Les expérimentations ont été réalisées pendant deux saisons culturales A et B de 2024 à 2025. Un dispositif en split-plot avec trois répétitions, comportant deux génotypes/variétés de maïs comme premier facteur dans la grande parcelle et huit dates de semis dans les petites parcelles retenues comme deuxième facteur. Les dates de semis retenus sont 20 août, 03 septembre, 17 septembre, 01 octobre, 15 octobre, 29 octobre, 11 novembre et 25 novembre en saison culturale A 2024. En saison B 2025, les dates de semis sont 20 janvier, 03 février, 17 février, 03 mars, 17, mars, 31 mars, 14 avril et 28 avril ont été installées.

La superficie totale de l'expérimentation a été de 248,5 m², soit 35,5 m de longueur sur 7 m de largeur ; la microparcelle expérimentale était de 4,5 m², soit 3 m de longueur et 1,5 m de largeur. La distance entre les blocs et les microparcelles a été respectivement de 1 et 0,75 m. Ainsi, deux grains de maïs ont été semés par poquets aux écartements de 0,75 m et 0,5 m respectivement entre les lignes et sur la ligne. Le nombre total de pieds a été de 20 par micro-parcelle. Une ligne de bordure a été délimitée afin de conserver les six pieds du centre de la microparcelle comme surface utile pour les évaluations agronomiques. Trois fréquences de sarclage manuel à l'aide de la houe ont été effectuées à 15, 30 et 45 jours après les semis de chaque date. La récolte manuelle a été échelonnée selon les dates de semis. Les épis ont été séchés au soleil où l'humidité a été ramenée jusqu'à 12 %. Les opérations culturales similaires ont été effectuées durant la deuxième saison. Le rendement en maïs grain était exprimé en tonne par hectare pour évaluer l'influence des différentes dates sur la production.

Les paramètres pathologiques, en l'occurrence l'incidence exprimée en pourcentage, la sévérité exprimée par une échelle de cotation et la gravité exprimée en pourcentage, ont été évalués afin d'établir l'influence des dates de semis sur l'expression de la striure de maïs (MSV). L'incidence a été évaluée selon la formule décrite par Sobirova (2024) :

$$\textbf{\textit{Incidence}} = \frac{\textbf{Nombre de pieds attaquées}}{\textbf{Nombre total de pieds}} \times 100$$

La sévérité des symptômes a été évaluée selon l'échelle de notation de la striure du maïs qui varie de 1 à 5, où ; 1 : aucun symptôme visible, 2 : mosaïque légère des feuilles, 3 : mosaïque légère et striure des feuilles, 4 : mosaïque légère sans déformation des feuilles, 5 : mosaïque sévère et rabougrissement de la plante. La cote de l'indice de la sévérité (IS) a ensuite été déterminée pour chaque microparcelle selon la formule de Guinagui *et al. (*2024). La gravité de l'affection a été évaluée selon la formule prescrite par Sobirova (2024).

$$\textbf{\textit{Gravité}}\ (\boldsymbol{G}) = \frac{\text{Nombre de feuilles } \textbf{attaquées}}{\text{Nombre total de feuilles}} \times 100$$

2.4. Analyse statistique des données

Les données ont été analysées par une analyse de variance (ANOVA) à l'aide du logiciel R version 4.5.0 afin de tester les différences entre les traitements. Lorsque l'effet était significatif, les moyennes ont été comparées par le test LSD de Fisher au seuil de 5 %. En complément, une analyse en composantes principales (ACP) a été réalisée pour explorer les relations entre le rendement et les paramètres phytopathologiques (incidence, sévérité et gravité) et pour mettre en évidence les principales structures de variabilité entre les facteurs étudiés.

3. RESULTATS

Les résultats des analyses des paramètres pathologiques et des données agronomiques des essais installés à Kiyaka, Kimbinga et Kikwit pendant les saisons culturales A 2024 et B 2025 de cette étude sont présentés dans les différentes figures ci-dessus.

3.1. Rendement des variétés de maïs à Kimbinga, Kiyaka et Kikwit

Les résultats de l'analyse du rendement des variétés de maïs à Kimbinga, Kiyaka et Kikwit durant les saisons culturales A 2024 et B 2025 sont présentés à la figure 1. Cette figure illustre les variations du rendement selon les sites et les saisons, permettant ainsi de comparer la performance des différentes variétés dans les conditions agroécologiques de la zone d'étude.

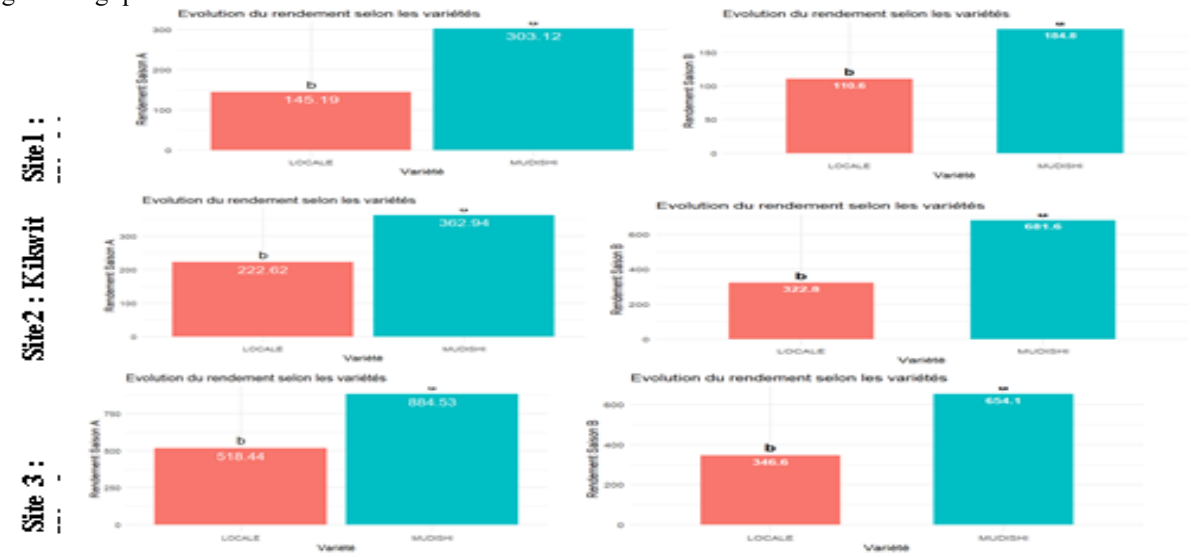

Figure 1. Rendement moyen entre les variétés de maïs selon les sites et saisons

Les résultats de la figure 1 révèlent une variation significative du rendement du maïs en fonction des variétés, des sites et des saisons. La variété Mudishi a enregistré des rendements supérieurs à ceux de la variété Galuba, traduisant un meilleur potentiel génétique et une meilleure adaptation aux conditions agroécologiques dans les trois différents sites. L'augmentation des rendements du site 3 Kiyaka au site 1 Kimbinga suggère une influence importante des facteurs édapho-climatiques, notamment la fertilité du sol et la disponibilité hydrique. Les différences observées entre les saisons indiquent également l'effet des conditions climatiques sur la croissance et le remplissage des grains. La signification statistique observée confirme une réponse variétale différenciée aux conditions environnementales ($p < 0,05$).

Les analyses de variance de Kiyaka en grande saison culturale (saison A) et en petite saison (saison B) ont révélé des effets significatifs entre les variétés et les dates de semis sur le rendement ($p < 0,001$), tandis que l'effet du bloc et l'interaction variété × date n'étaient pas significatifs. Le test LSD de Fisher a mis en évidence deux groupes homogènes distincts, avec la variété Mudishi présentant une moyenne significativement plus élevée (884,53) que la variété locale (518,44) en saison A et une moyenne significative plus élevée (654,1) pour la variété Mudishi contre la plus faible (346,6) pour la variété locale en saison B. Ces résultats indiquent une forte variabilité génétique entre les deux variétés.

Le test LSD de Fisher sur les données de l'expérimentation de Kimbinga, pendant les saisons A et B, a révélé une différence significative entre les variétés pour le rendement ($p < 0,05$). La variété Mudishi a enregistré une moyenne de 184 750 Kg et appartient au groupe "a", tandis que la variété locale a présenté une moyenne de 110 625 Kg et appartient au groupe "b". Ces résultats indiquent une forte influence du facteur génétique sur l'expression de ce paramètre.

Les résultats des analyses de variance des données de Kikwit en saisons A et B ont révélé des effets significatifs entre les variétés et entre les dates de semis sur le paramètre rendement en saison A et B. Le test LSD de Fisher a mis en évidence deux groupes homogènes distincts, avec la variété Mudishi présentant une moyenne significativement plus élevée (681,56 Kg) que celle de la variété locale (322,81 Kg) en saison B. Pendant la saison A, la même tendance a été enregistrée. La moyenne la plus élevée a été observée chez la variété Mudishi (363 Kg) et la plus faible chez la variété locale (223 Kg).
74 : 6131-6139.

3.2. Rendement entre les dates de semis de maïs à Kiyaka, Kimbinga et Kikwit

Les résultats sur les rendements moyens de maïs grain selon les dates de semis sur les trois sites sont consignés respectivement dans les figures 2, 3 et 4.

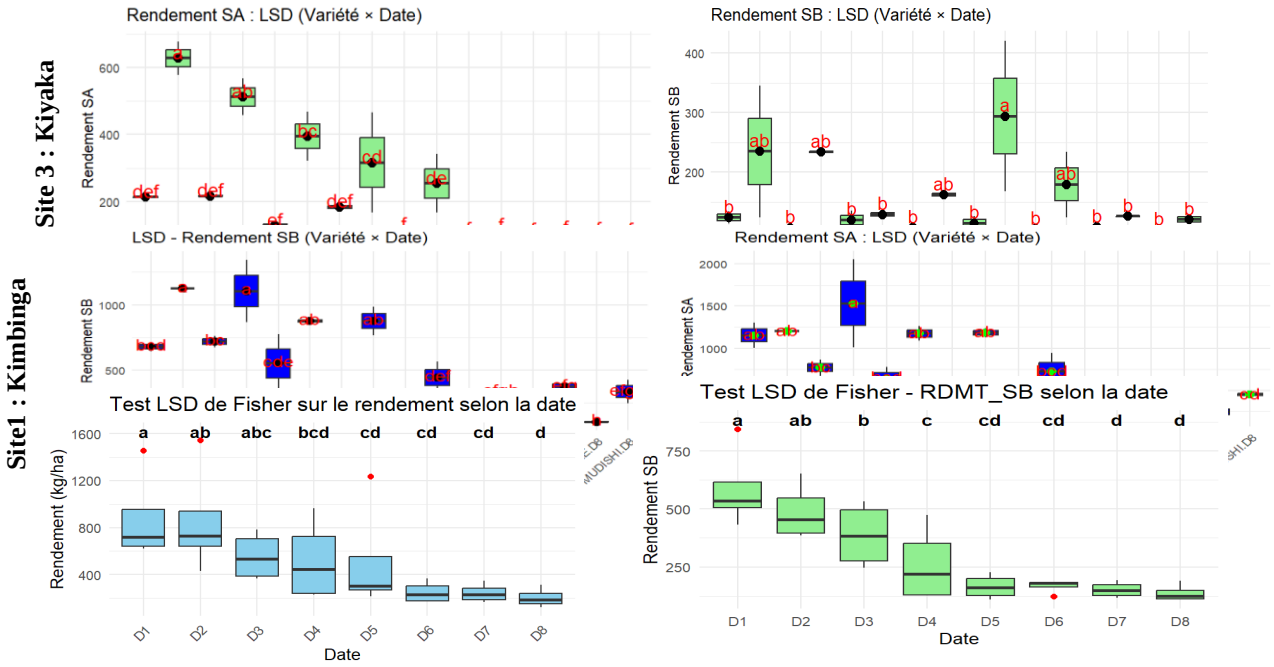

Figure 2. Évolution du rendement de maïs selon les variétés et les dates de semis site de Kiyaka

L'analyse de variance montre qu'en saison A, le rendement est significativement influencé par la variété, la date de semis et leur interaction ($p < 0,01$). Cela indique que les performances des variétés dépendent fortement des conditions de semis, ce qui traduit une interaction génotype × environnement importante.

En revanche, en saison B, seul l'effet de la variété est significatif ($p < 0,01$), tandis que la date de semis et l'interaction ne le sont pas. Le rendement est donc principalement déterminé par le potentiel génétique des variétés, avec une faible influence des conditions de semis. La figure montre que le semis précoce a donné un rendement élevé par rapport au semis tardif. Ce qui serait lié à l'évolution des pathologies.

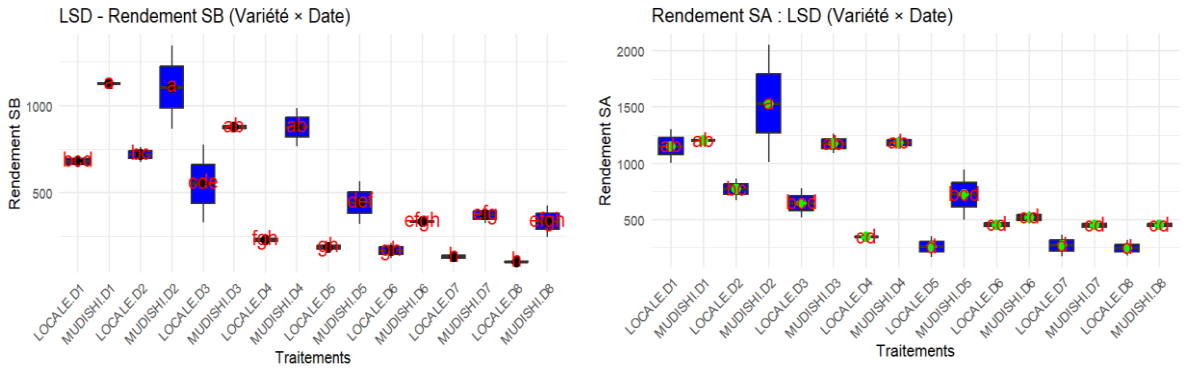

Figure 3. Évolution du rendement de maïs selon les variétés et les dates de semis site de Kimbinga

Le test LSD a révélé des différences significatives de rendement entre les combinaisons variété × date de semis ($p < 0,05$). En saison A, la variété Mudishi, semée aux dates précoces (D1, D2 et D3), a enregistré les rendements les plus élevés, tandis que la variété locale, semée aux dates tardives (D6, D7 et D8), a enregistré les plus faibles performances. La même tendance a été observée en saison B. Ces résultats montrent que le rendement du maïs est fortement influencé par l'interaction entre la variété et la date de semis ($p < 0,05$), avec une meilleure performance de la variété Mudishi, notamment aux semis précoces.

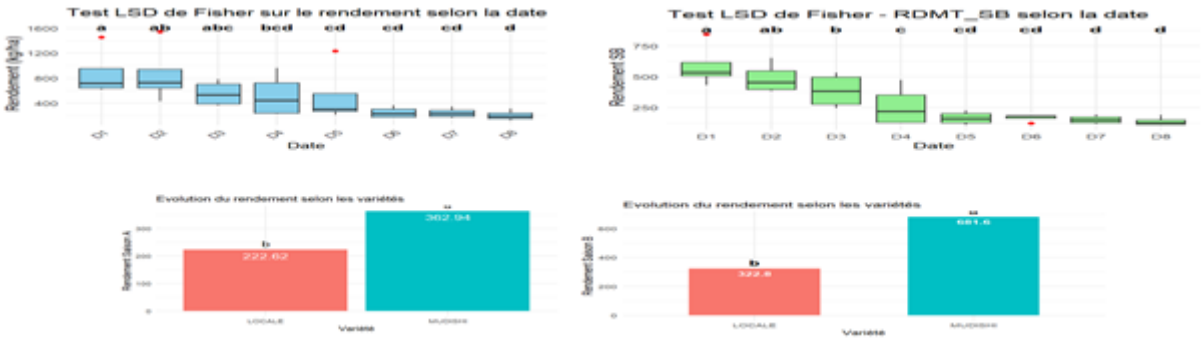

Figure 4. Évolution du rendement de maïs selon les variétés et les dates de semis site de Kikwit

Au regard des résultats de la figure 4, le test de comparaison des moyennes (LSD) met en évidence une différenciation significative des rendements selon les combinaisons variété × date de semis. Les moyennes les plus élevées ont été observées aux dates de semis D1 et D2 en saison A. Les rendements plus faibles ont été observés aux dates de semis D7 et D8. La même tendance a été observée en saison B, avec les moyennes les plus élevées aux dates D1 et D2, tandis que les moyennes les plus faibles ont été enregistrées aux dates de semis D7 et D8.

3.3. Paramètres phytopathologiques (incidence, sévérité et gravité) de la striure de maïs à Kiyaka, Kimbinga et Kikwit

Site de Kiyaka

Les résultats des analyses de paramètres phytopathologiques de la striure de maïs par rapport aux dates de semis et aux différents sites expérimentaux sont représentés dans les figures 5 et 6.

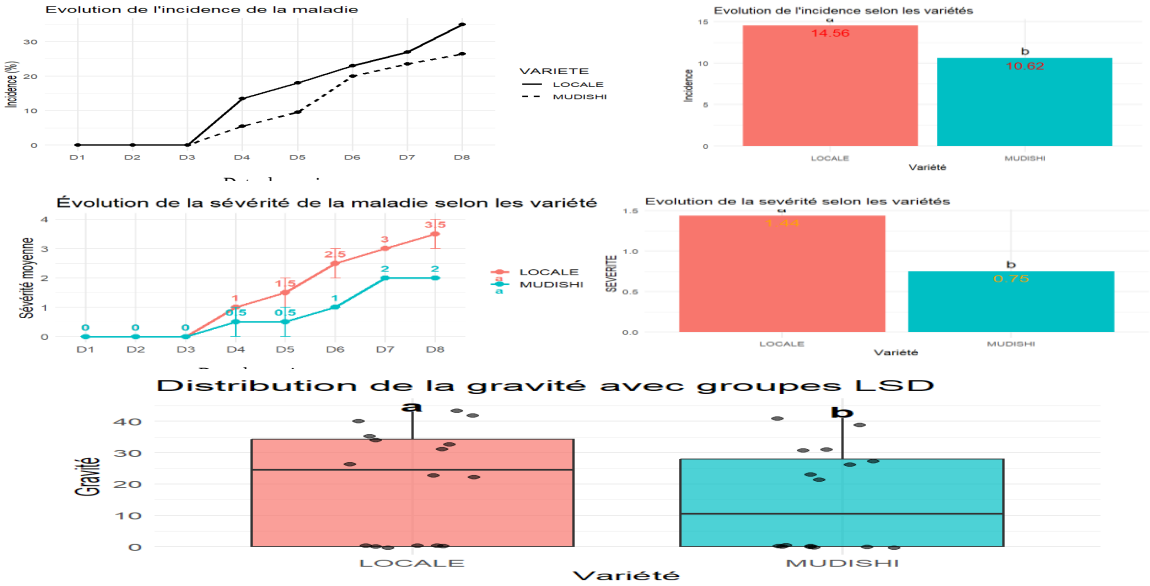

Figure 5. Evolution des paramètres phytosanitaires dans le site de Kiyaka saison A

Les résultats des paramètres phytopathologiques observés au site de Kiyaka montrent une augmentation progressive de l'incidence et de la sévérité de la maladie de la striure de maïs en fonction du retard de semis. Les premières dates de semis (D1-D3) ont présenté des niveaux faibles d'infection, tandis que les dates tardives (D4-D8) ont enregistré des valeurs plus élevées. Par ailleurs, la variété Galuba a montré des niveaux d'incidence, sévérité et gravité globalement supérieurs à ceux observés chez Mudishi. Les différences

statistiques observées entre les variétés (p= 0,00184) suggèrent une meilleure tolérance relative de Mudishi face à la maladie dans les conditions expérimentales du site de Kiyaka.

La date exerce également un effet très hautement significatif (p < 0,001), traduisant une évolution importante de l'incidence au cours du temps. En revanche, le bloc (p = 0,22766) et l'interaction variété × date (p = 0,43082) ne sont pas significatifs. Concernant la sévérité, les résultats de l'ANOVA indiquent que la variété a un effet très hautement significatif (p < 0,001). La date influence également fortement ce paramètre (p < 0,001). Le bloc présente un effet marginalement non significatif (p = 0,05549). En revanche, l'interaction variété × date est significative (p = 0,00396), ce qui indique que l'effet de la variété dépend du moment d'observation. Le test LSD met en évidence une différence significative entre les variétés, avec une sévérité moyenne plus élevée pour la variété locale (2,25 ; groupe a) que pour Mudishi (1,44 ; groupe b). Ces résultats suggèrent que la variété Mudishi est plus tolérante.

En ce qui concerne la gravité, l'analyse de variance révèle que la variété a un effet très hautement significatif (p < 0,001), tout comme la date (p < 0,001). Le bloc n'a pas d'effet significatif (p = 0,687503). L'interaction variété × date est également très hautement significative (p = 0,000103), indiquant que la gravité évolue différemment selon les variétés au cours du temps. Le test LSD montre deux groupes distincts : la variété locale (35,5) appartient au groupe a, tandis que Mudishi (15,0) est classé dans le groupe b. Ainsi, la variété locale présente une gravité significativement plus élevée que celle de Mudishi.

De manière générale, ces résultats montrent que la variété et la date influencent significativement les paramètres pathologiques étudiés. La variété locale se caractérise par des valeurs plus élevées d'incidence, de sévérité et de gravité, tandis que la variété Mudishi apparaît plus tolérante. La présence d'une interaction significative entre la variété et la date pour la sévérité et la gravité indique que la réponse des variétés varie en fonction du temps, soulignant l'importance de la dynamique temporelle dans l'expression de la maladie.

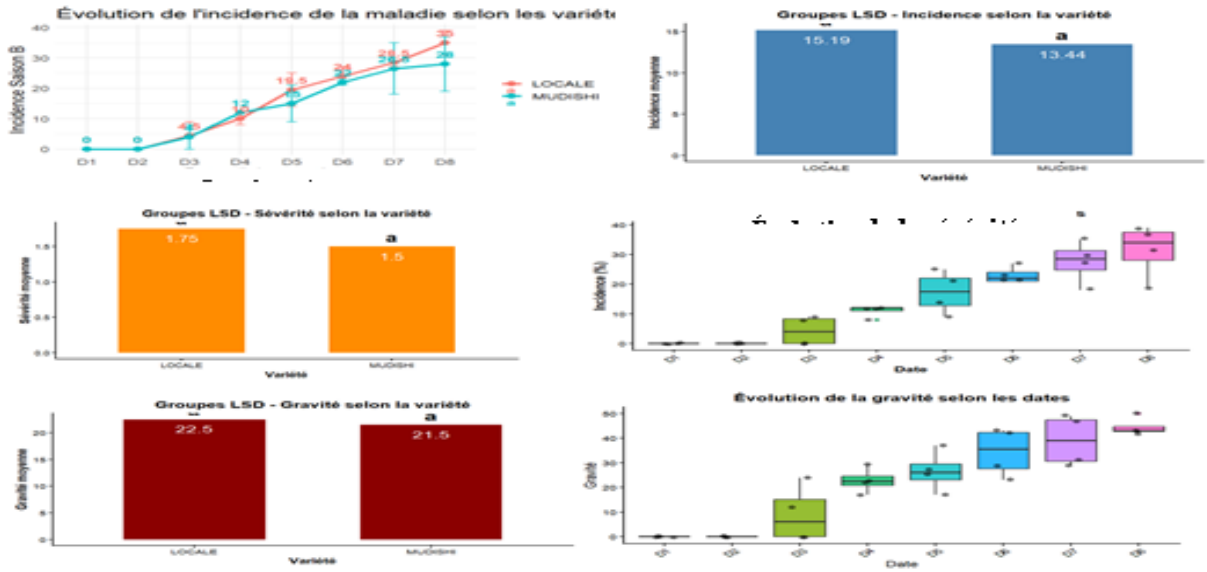

Figure 6. Évolution des paramètres phytosanitaires dans le site de Kiyaka saison B

L'analyse de variance de l'incidence révèle que la variété a un effet très hautement significatif (p < 0,001), indiquant une différence nette entre les variétés. La date exerce également un effet très hautement significatif (p < 0,001), traduisant une variation importante de l'incidence au cours du temps. En revanche, le bloc (p = 0,269) et l'interaction variété × date (p = 0,150) ne sont pas significatifs. Le test de comparaison des moyennes (LSD) met en évidence deux groupes distincts : la variété locale (16,69) appartient au groupe a, tandis que Mudishi (8,56) est classé dans le groupe b. Ainsi, la variété locale présente une incidence significativement plus élevée que celle de Mudishi.

Concernant la sévérité, les résultats de l'ANOVA indiquent que la variété a un effet très hautement significatif (p < 0,001), de même que la date (p < 0,001). En revanche, le bloc n'a pas d'effet significatif (p = 0,1881). L'interaction variété × date est marginalement non significative (p = 0,0748), suggérant une tendance à une variation différentielle selon le temps sans être statistiquement confirmée au seuil de 5 %. Le test LSD montre une différence significative entre les variétés : la variété locale (1,75) appartient au groupe a, tandis que Mudishi (0,94) est classée dans le groupe b. Ces résultats indiquent que la variété locale présente une sévérité significativement plus élevée.

En ce qui concerne la gravité, l'analyse de variance met en évidence un effet très hautement significatif de la variété ($p < 0,001$) ainsi que de la date ($p < 0,001$). Le bloc n'a pas d'effet significatif ($p = 0,51976$). L'interaction variété × date est significative ($p = 0,00194$), indiquant que la gravité évolue différemment selon les variétés au cours du temps. Le test LSD confirme l'existence de deux groupes distincts : la variété locale (27,25) appartient au groupe a, tandis que Mudishi (12,81) est classé dans le groupe b. Ainsi, la variété locale présente une gravité significativement plus élevée que celle de Mudishi.

De manière générale, ces résultats montrent que la variété et la date influencent fortement les paramètres pathologiques étudiés. La variété locale se caractérise par des niveaux plus élevés d'incidence, de sévérité et de gravité, tandis que la variété Mudishi apparaît plus tolérante. L'absence d'interaction significative pour l'incidence et la sévérité indique une relative stabilité du comportement variétal, tandis que l'interaction observée pour la gravité souligne une évolution différenciée de ce paramètre selon les variétés au cours du temps.

Site de Kimbinga

Les résultats des analyses statistiques de données sur l'expression de la pression parasitaire par rapport aux dates de semis et aux variétés sont représentés dans la figure 7.

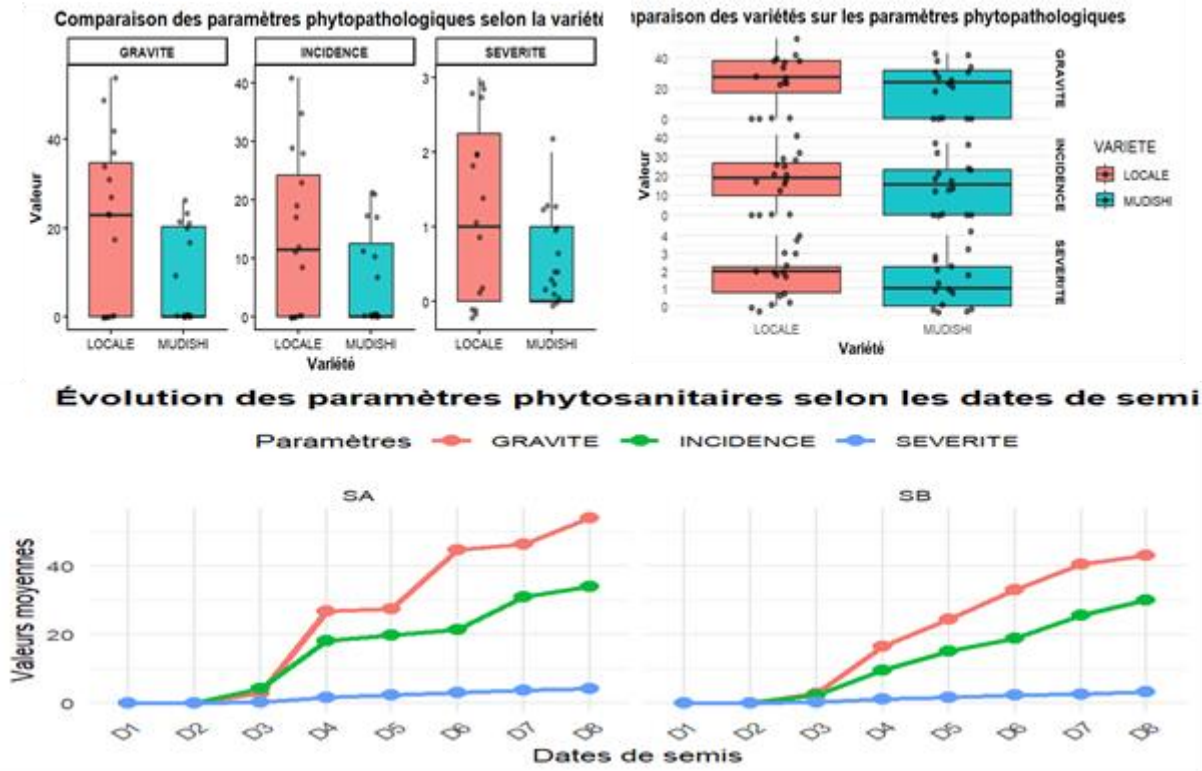

Figure 7. Évolution des paramètres phytosanitaires dans le site de Kimbinga selon les variétés, dates de semis et saison

La figure 7 présente la variation de l'incidence, de la sévérité et de la gravité de la maladie en fonction des variétés et des dates de semis. Les diagrammes en boîte montrent que la variété locale a enregistré des valeurs généralement plus élevées pour les trois paramètres phytopathologiques que la variété Mudishi. Pour la gravité, les observations de la variété locale sont concentrées autour de valeurs plus élevées, avec une dispersion importante traduisant une forte expression de la maladie. La variété Mudishi présente quant à elle des valeurs plus faibles et une variabilité relativement réduite. Une tendance similaire est observée pour l'incidence et la sévérité, indiquant que la variété locale a été davantage affectée par la maladie que la variété améliorée Mudishi.
L'évolution des paramètres phytosanitaires selon les dates de semis montre une augmentation progressive de la maladie au cours du cycle de culture. Pour les deux dates de semis (SA et SB), les valeurs de gravité, d'incidence et de sévérité sont restées très faibles durant les premières observations (D1 et D2), puis ont augmenté à partir de D3. Cette progression s'est poursuivie jusqu'à la fin des observations, où les valeurs maximales ont été enregistrées à D8.

La gravité a présenté la croissance la plus importante, atteignant environ 55 % pour SA et 43 % pour SB à D8. L'incidence a également augmenté régulièrement pour atteindre respectivement près de 35 % et 30 % à D8 pour SA et SB. La sévérité a connu une progression plus modérée mais constante tout au long de la période d'observation. Ces résultats montrent que la maladie s'est installée progressivement avant de s'intensifier au cours du développement de la culture.

Site de Kikwit

Les données de résultats des analyses statistiques de données sur l'expression de la pression parasitaire par rapport aux dates de semis et variétés sont représentées dans la figure 7.

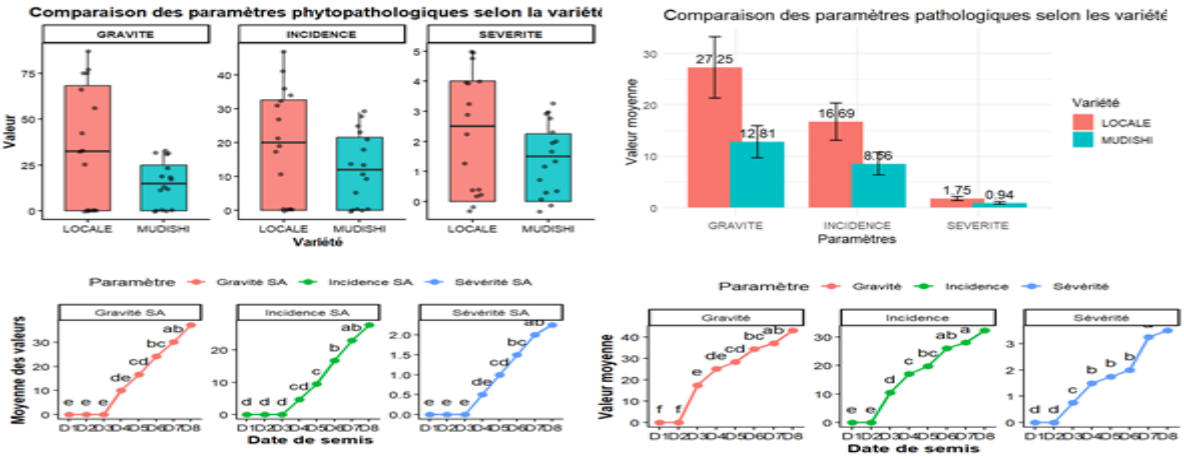

Figure 8. Évolution des paramètres phytosanitaires dans le site de Kikwit selon les variétés, dates de semis et saison

Les résultats ont mis en évidence une différence nette entre les deux variétés (locale et Mudishi) pour les trois paramètres étudiés, à savoir l'incidence, la sévérité et la gravité de la maladie. Dans l'ensemble, la variété locale présente des valeurs systématiquement plus élevées que la variété Mudishi durant les saisons culturales.
Concernant les dates de semis, les résultats de l'ANOVA révèlent un effet significatif entre les différentes dates de semis ($p < 0,001$), indiquant une évolution marquée de l'incidence, de la sévérité et de la gravité au cours du temps pendant les deux saisons culturales.

3.4. Évolution de la relation entre rendement et paramètres phytopathologiques

Les résultats des analyses sur l'influence des paramètres phytopathologiques, en l'occurrence l'incidence, la sévérité et la gravité de la striure du maïs sur les rendements en grains de maïs, dans les conditions de nos sites expérimentaux et des saisons culturales, sont consignés dans la figure 9.

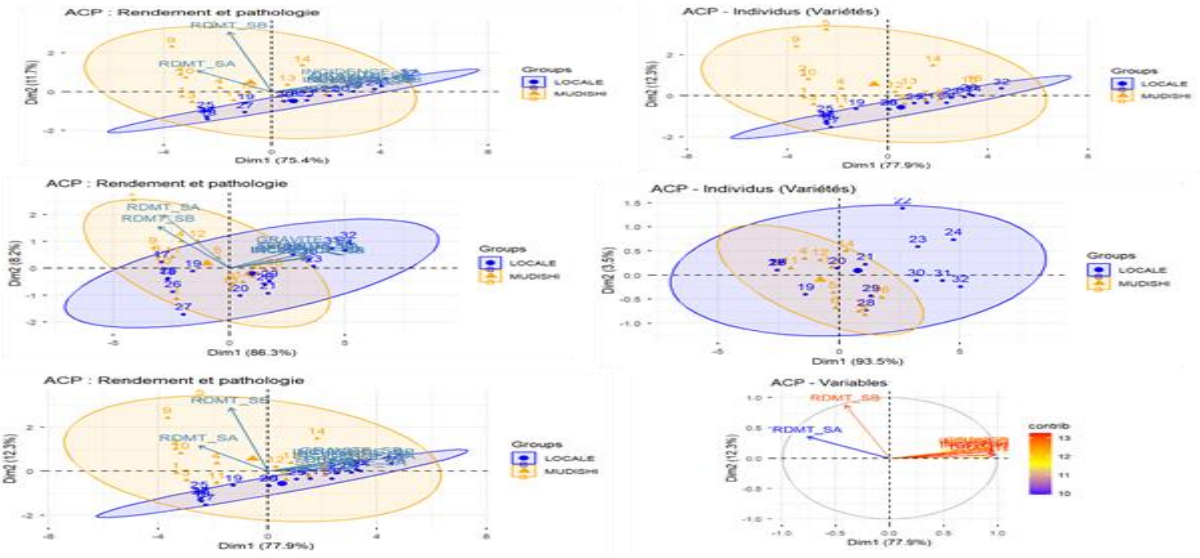

Figure 9. Relation entre rendement et paramètres phytopathologiques

Les résultats des analyses sur l'influence de la relation entre le rendement et les paramètres phytopathologiques des sites étudiés et pendant les saisons culturales ont évolué perpendiculairement les uns aux autres. Dans les trois sites, Kiyaka, Kimbinga et Kikwit ; et dans les deux saisons culturales, les paramètres phytopathologiques ont influencé négativement le rendement en grain de maïs. Quand les paramètres phytopathologiques augmentent, le rendement baisse.

3.5. Relation entre les dates de semis et paramètres phytopathologiques

Les données des analyses de résultats sur l'influence des dates de semis sur les paramètres phytopathologiques (l'incidence, la sévérité et la gravité) de la striure du maïs dans les conditions naturelles de notre étude et les saisons culturales sont consignées dans la figure 10.

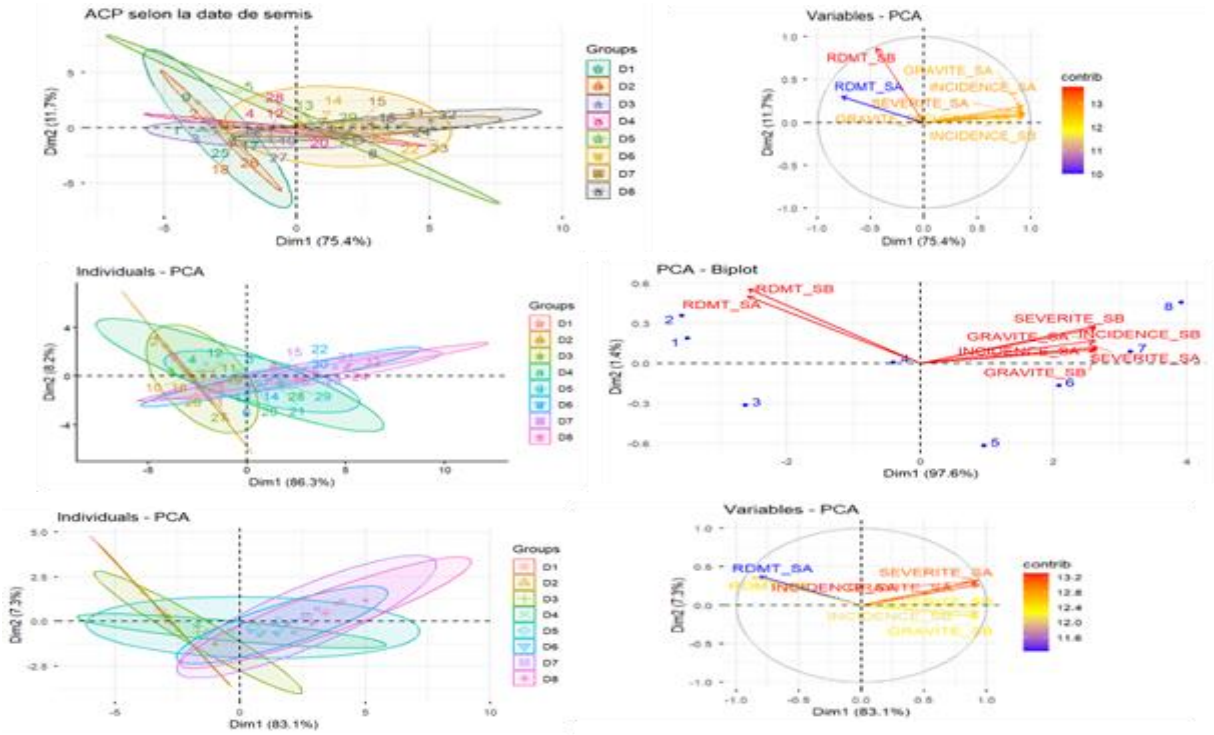

Figure 10. Relation entre les dates de semis et paramètres phytopathologiques

L'analyse en composantes principales (ACP) réalisée en fonction des dates de semis met en évidence une structuration globale des données dominée principalement par le premier axe factoriel, qui explique une proportion très élevée de la variabilité totale (environ 75 % à 86 % selon les projections). La projection des individus selon les différentes dates de semis (D1 à D8) montre une structuration partielle des observations. Certaines dates tendent à se regrouper dans des zones spécifiques du plan factoriel, notamment celles associées à de meilleures performances agronomiques ou à une moindre pression des maladies, tandis que d'autres présentent des valeurs plus dispersées. Toutefois, les ellipses de concentration des groupes se chevauchent largement, indiquant que l'effet de la date de semis n'est pas totalement discriminant mais plutôt modéré. Ainsi, la date de semis influence les performances agronomiques et sanitaires de la culture, sans toutefois induire une séparation nette et complète des groupes, ce qui suggère l'intervention d'autres facteurs agronomiques ou environnementaux dans la variabilité observée.

4. DISCUSSION

Dans les conditions de la présente étude, les résultats relatifs au rendement moyen des variétés de maïs ont révélé des différences significatives entre les génotypes évalués. La variété améliorée Mudishi a présenté des performances supérieures à celles de la variété locale Galuba sur l'ensemble des sites expérimentaux (Kiyaka, Kimbinga et Kikwit) et durant les deux saisons culturales. Cette supériorité variétale traduit vraisemblablement un avantage génétique lié au potentiel de rendement élevé et à l'adaptation agronomique de Mudishi, reconnue comme une variété améliorée à forte capacité productive (SENASEM/CTB, 2021).

Les rendements moyens enregistrés avec la variété Mudishi ont été respectivement de 884,53 kg ha^{-1} et 654,10 kg ha^{-1} à Kiyaka en saisons A et B, de 362,94 kg ha^{-1} et 681,60 kg ha^{-1} à Kikwit, ainsi que

de 303,12 kg ha^{-1} et 145,19 kg ha^{-1} à Kimbinga. En revanche, la variété locale Galuba a affiché des rendements plus faibles, avec respectivement 518,44 kg ha^{-1} et 346,60 kg ha^{-1} à Kiyaka, 22,62 kg ha^{-1} et 322,80 kg ha^{-1} à Kikwit, ainsi que 184,80 kg ha^{-1} et 110,60 kg ha^{-1} à Kimbinga au cours des saisons A et B. Ces observations corroborent plusieurs travaux ayant mis en évidence la supériorité agronomique des variétés améliorées par rapport aux variétés paysannes locales. Des différences significatives de rendement grain ont notamment été rapportées à Lubumbashi par Nyembo *et al.* (2012), en Afrique centrale et orientale par Ajala *et al.* (2007), en Afrique australe par Sibiya *et al.* (2013), en Afrique de l'Ouest par Kamara *et al*. (2006), ainsi qu'en Afrique du Nord par Kusaksiz (2010).

L'effet des dates de semis sur le rendement en grains a également montré une influence significative dans tous les sites expérimentaux et durant les deux saisons culturales. Les rendements les plus élevés ont été obtenus aux trois premières dates de semis (D1, D2 et D3), tandis qu'une diminution progressive du rendement a été observée avec les semis tardifs. Cette baisse de productivité pourrait être attribuée à une exposition accrue des cultures à des conditions environnementales défavorables ou à une augmentation de la pression parasitaire au cours du cycle végétatif. Des tendances similaires ont été rapportées par Useni *et al*. (2014) et Moradapour *et al.* (2013), qui ont montré que le retard de semis affecte négativement les performances agronomiques du maïs.

Par ailleurs, l'évolution des paramètres phytopathologiques, notamment l'incidence, la sévérité et la gravité de la maladie, a mis en évidence une augmentation progressive de la pression phytosanitaire selon les dates de semis. Les faibles niveaux observés aux premières dates (D1, D2 et D3) ont progressivement augmenté à partir de D4, atteignant les niveaux les plus élevés aux dates tardives (D7 et D8). Cette dynamique suggère que le retard de semis favorise l'établissement de conditions plus propices au développement de l'agent pathogène et à la prolifération de ses vecteurs. Selon Shepherd (2009), le semis précoce constitue l'une des stratégies les plus efficaces de gestion de la striure du maïs, car il permet d'éviter les périodes de forte pression d'inoculum viral. De même, Bosquez (2000) souligne que les semis tardifs favorisent la prévalence de cette maladie en raison de l'augmentation des précipitations, lesquelles stimulent la mobilité des insectes vecteurs et la croissance des graminées sauvages servant de réservoirs du virus. Baochuan (2014) rapporte également que les fortes précipitations et les températures élevées constituent des facteurs favorables à l'intensification des infections causées par le virus de la striure du maïs. Ainsi, les résultats obtenus dans cette étude suggèrent que le facteur temporel, à travers la date de semis, exerce une influence déterminante sur l'évolution de la maladie.

L'analyse en composantes principales dans les trois sites a révélé une forte opposition entre la variable rendement et les paramètres phytopathologiques. Les rendements des saisons A et B sont négativement corrélés à l'incidence, à la sévérité et à la gravité des maladies, traduisant ainsi une relation inverse marquée entre la productivité et la pression parasitaire. La variété Mudishi est principalement associée à des rendements élevés et à une faible pression parasitaire traduisant ainsi une meilleure tolérance à la striure de maïs, tandis que la variété locale est davantage liée à des niveaux élevés d'attaque confirmant la plus grande sensibilité à la striure de maïs. En effet, l'utilisation des variétés tolérantes est une solution à la contrainte de faible production et de stress climatiques, en l'occurrence les fortes pluies, la température et la sécheresse, pouvant conduire à des baisses dramatiques de la production de maïs grain (Nyembo, 2010). Nos résultats sont similaires à ceux de Muyolo (1997), où il a enregistré une perte de production de maïs grain liée aux attaques de la striure de maïs jusqu'à 30 % à Kiyaka.

Bock (1982) souligne que les plantes infectées au deuxième, sixième et dixième stade de la croissance végétative connaissent une perte approximative de 55 %, 40% et 25 % du poids du grain, respectivement. Ramusi (2012) confirme que le virus de la striure provoque de lourdes pertes si le maïs est infecté à un stade de croissance précoce, environ trois semaines après la levée. Une infection grave peut entraîner des pertes de rendement de 100 %, selon le moment de l'infection et le stade de croissance de la plante.

La projection des individus selon les différentes dates de semis (D1 à D8) montre une structuration partielle des observations. Certaines dates tendent à se regrouper dans des zones spécifiques du plan factoriel, notamment celles associées à de meilleures performances agronomiques ou à une moindre pression des maladies, tandis que d'autres présentent des valeurs plus dispersées. Toutefois, les ellipses de concentration des groupes se chevauchent largement, indiquant que l'effet de la date de semis n'est pas totalement discriminant mais plutôt modéré. Ainsi, la date de semis influence les performances agronomiques et sanitaires de la culture, sans toutefois induire une séparation nette et complète des groupes, ce qui suggère l'intervention d'autres facteurs agronomiques ou environnementaux dans la variabilité observée.

5. CONCLUSION

Cette étude a mis en évidence l'importance de la date de semis dans la gestion de la striure du maïs (*Maize streak virus*, MSV) et l'amélioration du rendement en grain de maïs dans les conditions agro écologiques de Kiyaka, Kimbinga et Kikwit en République Démocratique du Congo. Les résultats montrent que les semis précoces ont significativement réduit l'incidence, la sévérité et la gravité de la maladie tout en favorisant les meilleurs niveaux de production. À l'inverse, les semis tardifs ont été associés à une intensification de la pression parasitaire et à une diminution du rendement.

La variété Mudishi s'est distinguée par une meilleure tolérance à la maladie et des performances agronomiques supérieures à celles de la variété locale, confirmant l'importance du choix variétal dans les stratégies de lutte contre la striure du maïs. En outre, les relations négatives observées entre les paramètres phytopathologiques et le rendement soulignent l'impact considérable de cette maladie sur la productivité du maïs.

Dans un contexte marqué par la variabilité climatique croissante, ces résultats démontrent que l'association de variétés tolérantes et de semis précoces constitue une approche agronomique efficace pour réduire les pertes dues à la striure et améliorer durablement la production de maïs. Cette stratégie représente une option prometteuse pour renforcer la résilience des systèmes de production et contribuer à la sécurité alimentaire en République Démocratique du Congo.

Des études complémentaires intégrant plusieurs campagnes agricoles et une caractérisation plus approfondie des interactions entre climat, vecteurs et maladie permettraient de consolider ces recommandations à l'échelle des principales zones de production du maïs.

Références

Ajala S.O., Menkir A., Kamara A.Y., Alabi S.O. & Addulai M.S., 2007. Breeding strategies to improve maize for adaptation to low soil nitrogen in West and Central Africa. *African Crop Science Conference Proceedings*, 8, 89-93.

Anzole NE., Mudikongo K.F., Lebay M. & Isangala M., 2006. Etude de l'évolution des températures (C°) et de la pluviométrie à la Station de l'INERA Kiyaka au cours de la décennie 1991 – 2000 et ses implications sur l'agriculture. *Piste et Recherche*, 22(N° unique), 145 – 159.

Badu-Apraku B., Garcia-Oliveira A. L., Petroli C. D., Hearne S., Adewale S. A. & Gedil M., 2021. Genetic diversity and population structure of early and extra-early maturing maize germplasm adapted to sub-Saharan Africa. *BMC Plant Biology*, 21(96), 1–18. https://doi.org/10.1186/s12870-021-02829-6

Badu-Apraku B., Bankole F. A., Ajayo B. S., Fakorede M. A. B., Akinwale R. O., Talabi A. O., Bandyopadhyay R. & Ortega-Beltran A.,2022. Identification of early and extra-early maturing tropical maize inbred lines with multiple disease resistance for enhanced maize production and productivity in sub-Saharan Africa. *Plant Disease*, 106(10), 2638–2647. https://doi.org/10.1094/PDIS-12-21-2788-RE

Baochuan L. 2014. Résistance inductible au maïs streak virus. *Plos one*, 1, 36-78. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0105932.g001.

Bosque-Pérez NA., 2000. Eight decades of maize streak virus research.Virus *Ed. Res*., 71, 107-120. DOI: 10.1016/s0168-1702(00)00192-1

Bock KR., 1982. *Geminivirus diseases in tropical crops*. Éd. Plant Dis, 270 p.

Cairns J., Kaisonder J., LuisAraus J., MacRobert J., Thierfelder C. & Prasanna B.M., 2013. Increase in crop losses to insect pests in a warming climate. *Food Scc*., 5, 345-360. DOI: 10.1007/s12571-013-0256-x

Deutsch C., Tewksbury J., Tigchelaar M. & Battisti D., 2018. Increase in crop losses to insect pests in a warming climate. *Science*, 361(6405), 916-919. DOI:10.1126/science.aat3466

Dowswell C.D., Paliwal R.L. & Cantrell R.P., 1996. *Maize in the third world. Boulder, CO*. USA, Westview Press, pp. 243-256.

Emeraghi M., Enoch G., Achigan-Dako, Chibuzo N.C., Nwaoguala, Happiness O., 2021. Maize streak virus research in Africa: an end or a crossroad. *Theoretical and Applied Genetics*, 134(8). DOI:10.1007/s00122-021-03914-y

FAOSTAT, 2023. *FAO database*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Geneva, 123 p. URL: https://www.fao.org/faostat/fr/≠data/QCL.

Guinagui B., Kouakou Bekanvié S. M., Koné N., Bolou A., Dao J., Afouda L., Kone D. & Fatogoma S., 2024. Distribution géographique du virus de la mosaïque du gombo (OkMV) et du virus de la mosaïque du concombre (CMV) infectant la culture de gombo en Côte d'Ivoire. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 18, 956-1966. DOI :10.4314/ijbcs.v18i5.26

IPCC (Intergouvernemental Panel on Climate Change), 2021. *Climate change : The physical science basis*. Cambridge University Press, 137 p. https://doi.org/10.1017/9781009157896.

Kamara A., Kureh I., Menkir A., Kartung P., Tarfa B. & Amaza P., 2006. Participatory on-farm evaluation of the performance of drought-toerant maize varieties in the Guinea savannas of Nigeria. *Journal Food, Agriculture and Enviromnent*, 4, 192-196.

Koy K., Kalonji M., Muengula M., Kizungu V. & Mpolo I., 2026. Analyse des facteurs agro-environnementaux impliqués dans l'épidémiologie de la striure bigarrée de maïs (*Zea mays* L.) dans la station de l'INERA kiyaka, Province du Kwilu en République Démocratique du Congo. *Revue Africaine d'Environnement et d'Agriculture*, 9(1), 69-78. DOI : httpps://dx.doi.org/10.4314/rafea.v9il.7

Kusaksiz T., 2010. Adaptability of some new maize (Zea mays L.) cultivars for silage production as main crop in Mediterranean enviromnent. *Turk. J. of Field Crops*, 15(2),193-197.

Lele B., Kachata C. & Lejoly J. 2016. Effet de biochar et des feuilles de *Tithonia diverssfolia* combine à l'engrais mineral sur la culure du maïs (*Zea mays L*) et les proprieties d'un sol ferralitiques à Kinshasa (RDC). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ*., 20(1), 4-9.DOI: 10.25518/1780-4507.12592

Lobell D., Ariel Ortiz-Bobea, Toby R. Ault, Carlos M. & Carrillo, Robert G., 2021. Chambers And Anthropogenic climate change has slowed global agricultural productivity growth. *Nature Climate Change*, 11(4), 306-312. DOI:10.1038/s41558-021-01000-1

Mahmoud M. A., Ahmed B. E. A. M., Naiem A. R. I., Adam E. M., Isah A. A. & Abdurrahman M. E., 2021. Influence of sowing dates on grain yield and yield components in maize (*Zea mays* L.) under irrigation intervals. *IAR Journal of Agriculture Research and Life Sciences*, *2*(2), 1–7.

Melo M. L. A. de, Camilo J. A., Andrade C. de L. T. de, Amaral T. A., Souza I. R. P. de & Simeão R. M., 2021. Sowing period and estimated maize production for silage under tropical conditions. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo, 20*, e1219. https://doi.org/10.18512/rbms2021v20e1219

Moradapour S., Koohi R., Babaei M. & Khorshichi M.G., 2013. Effect of planting date and planting density on rice yield and growth analysis (Fajr variety). *International Journal of agriculture and crop Science*, 5(3), 267-272.

Muyolo G.N., 1997. *Rapport Annuel 1997*. INERA, Kiyaka, 64 p.

Nyembo K., 2010. *Augmentation du rendement du maïs (Zea mays L.) par l'exploitation de l'effet hétérosis des hybrides produits au Katanga, RDC*. Thèse de doctorat, Université de Lubumbashi, RDC, 157 p.

Nyembo K.L., 2012. Augmentation du rendement du maïs (Zea mays L.) par exploitation de l'effet hétérosis des hybrides produits au Katanga, République Démocratique du Congo, Université de Lubumbashi Faculté des sciences Agronomiques. *Journal of Applied Biosciences*, 59, 4286-4296.

Ramusi F.N., 2012. *Transmission du virus de la striure du maïs à partir d'herbes au maï*s. éd. Pudmed, pp. 25-26.

SENASEM/CTB, 2021. *Politique nationale du développement du sous-secteur de semences*. Appui au projet ASS, MINAGRI, Kinshasa, 56 p.

Shepherd G., Darren P. M. & Dionne N., 2009. L'épidémiologie, l'impact économique et le contrôle de la maladie de la striure. L*a sécurité alimentaire*, 1, 305-315, doi : 10.1007/s12571-009-0023-1

Shiferaw B., Boddupalli M., Jon H. & Banziger M., 2011. Crosp that feed the world 6. Past successes and future challenges to the role played by maize in global food security. *Food Security*, 3(3), 307-327. DOI : 10.1007/s12571-011-0140-5

Sibiya J., Tongoona P., Derera J. & Makanda I., 2013. Farmers desired traits and selection criteria for maize varieties and their implications for maize breeding: A case study from KwaZulu-Natal Province, South Africa. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics*, 114(1), 39-49.

Sobirova Z., 2024. MDMV Influence on the Productivity of Maize (*Zea mays* L.) *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*, 56, 2190-2196. http://doi.org/10.54910/sabrao2024.56.6.2

Thottappilly H.W., Rossel N.A., Bosque-Pérez, 1998. Les virus et les maladies du maïs en Afrique tropicale, Guide de recherché de l'IITA N° 54. *Plant pathology*, 42, 494-509.

Tollenaar M., 1999. Yield Improvement in Temperate Maize is Attributable to Greater Stress Tolerance. *Crop Science*, 39(6), 45-56. DOI: 10.2135/cropsci1999.3961597x

Useni S.Y., Mwema L.A., Masambi L., Chinawej M.M.D. & Nyembo K., 2014. L'apport des faibles doses d'engrais minéraux permet-il d'accroitre le rendement du maïs cultivé à forte densité ? Un exemple avec deux variétés de maïs à Lubumbashi. *Journal of Applied Biosciences*, 74, 6131-6139. http://dx.doi.org/10.4314/jab.v74il.4.

Yacoubou A.-M., Wallis N. Z., Menkir A., Zinsou V. A., Onzo A., Garcia-Oliveira A. L., Meseka S., Wende M., Gedil M. & Agre P., 2021. Breeding maize (*Zea mays*) for *Striga* resistance: Past, current and prospects in sub-Saharan Africa. *Plant Breeding*, 140(2), 195–210. https://doi.org/10.1111/pbr.12896.