



## Effet de la fertilisation minérale sur la production de biomasse fourragère de trois écotypes de *Panicum maximum* (Jacq.) dans deux zones agro-écologiques à climat contrasté au Togo.

KOUMESSI Komi. L<sup>1\*</sup>, BAGNA B<sup>1</sup>., DJAGBA K. A<sup>1</sup>., AYEWA B<sup>1</sup>. NENONENE A.Y<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Institut Togolais de Recherche Agronomique, Lomé, République du Togo.

<sup>2</sup> Ecole Supérieure d'agronomie, Université de Lomé, République du Togo

(\*) Auteur de correspondance: [koumessi.leopold75@gmail.com](mailto:koumessi.leopold75@gmail.com)

Submitted 05/06/2026, Published online on 31/07/2026 in the <https://www.m.elewa.org/journals/journal-of-applied-biosciences-about-jab/> <https://doi.org/10.35759/JABs.222.5>

### RESUME

**Objectif :** La présente étude vise à évaluer l'effet de la fertilisation minérale sur la production de biomasse fourragère de trois écotypes de *Panicum maximum* dans deux zones à climat contrasté au Togo.

**Méthodologie et Résultats :** A cet effet, la productivité de trois écotypes de *Panicum maximum* a été évaluée dans un dispositif en split-plot avec la fertilisation (F0, F1, F2) en parcelle principale et les écotypes de *Panicum* (E1, E2 et E3) en sous-parcelle. Pour cela, trois formes de fertilisations ont été apportées sous forme de NPK 15-15-15 (0 ; 150 et 150 kg/ha) suivi de l'apport de l'urée après la première coupe (0 ; 0 ; 200 kg/ha). Les résultats ont révélé qu'aucune différence significative ( $P > 0,05$ ) n'a été observée entre les différents écotypes de *P. maximum* pour le rendement en biomasse. Cependant une différence significative ( $p < 0,01$ ) a été observée pour le rapport feuille sur tige et les caractéristiques morphologiques. La fertilisation a entraîné un rendement en biomasse significativement plus élevé ( $p < 0,001$ ) que celui de la parcelle témoin. L'apport de l'urée après la coupe a augmenté significativement ( $p < 0,01$ ) le regain de biomasse par rapport à la parcelle témoin et à celle ayant reçu la fertilisation unique. La fertilisation unique a induit des augmentations de rendement en biomasse sèche variant de 77,97% à 107,80 % à Kolokopé et de 484% à 943% à Bassar. Des augmentations variant de 111 % à 145 % et de 658 % à 1194% ont été observées avec un apport de l'urée après la coupe respectivement sur les sites de Kolokopé et de Bassar. Les résultats de cette étude ont montré que la fertilisation a permis d'augmenter significativement la production de biomasse fourragère. En pratique, les résultats serviront à améliorer la production fourragère, optimiser l'utilisation des engrais et renforcer les systèmes d'élevage.

**Mots-clés :** *Panicum maximum*, Fertilisation, Biomasse fourragère, Togo

## ABSTRACT

**Objective:** The present study aims to evaluate the effect of mineral fertilization on forage biomass production in three ecotypes of *Panicum maximum* in two regions with contrasting climates in Togo.

**Methodology and Results:** To this end, the productivity of three ecotypes of *Panicum maximum* was evaluated in a split-plot design with fertilization (F0, F1, F2) as the main plot and the *Panicum* ecotypes (E1, E2, and E3) as subplots. To this end, three fertilizer treatments were applied in the form of NPK 15-15-15 (0; 150; and 150 kg/ha), followed by urea application after the first harvest (0; 0; and 200 kg/ha). The results revealed that no significant difference ( $P > 0.05$ ) was observed among the different ecotypes of *P. maximum* for biomass yield. However, a significant difference ( $p < 0.01$ ) was observed for the leaf-to-stem ratio and morphological characteristics. Fertilization resulted in a significantly higher biomass yield ( $p < 0.001$ ) than that of the control plot. The application of urea after harvest significantly increased ( $p < 0.01$ ) the regrowth of biomass compared to the control plot and the one that received a single application of fertilizer. Single fertilization induced increases in dry biomass yield ranging from 77.97% to 107.80% in Kolokopé and from 484% to 943% in Bassar. Increases ranging from 111% to 145% and from 658% to 1194% were observed with urea application after cutting at the Kolokopé and Bassar sites, respectively.

**Conclusion and Application of results:** The results of this study showed that mineral fertilization significantly increased forage biomass production. In practice, these findings will help improve forage production, optimize fertilizer use, and strengthen livestock production systems.

**Keywords:** *Panicum maximum*, Fertilization, Forage biomass, Togo

## INTRODUCTION

Au Togo, l'élevage apparaît comme l'activité principale pour 1,6% de la population active agricole. La contribution du sous-secteur de l'élevage représente 16,56% du PIB agricole et 6,73% du PIB national. (FAO, 2017). Ceci dénote de l'importance de ce sous-secteur pour l'amélioration des conditions de vie des ménages. Cependant, l'élevage au Togo fait face à d'énormes défis majeurs tels que : (i) la forte demande en sous-produits de l'élevage loin d'être comblée par la production actuelle ; (ii) la faible productivité du secteur de l'élevage en dépit des initiatives multiformes pour son accroissement ; (iii) la dégradation accélérée et drastiques des pâturages, notamment dans les pays Sahéliens et de plus en plus dans les pays côtiers qui constituent des pays d'accueil ; (iv) les effets néfastes du changement climatique...Les cinq dernières années dans la sous-région et particulièrement au Togo, ont été marquées par l'émergence des fermes d'élevages et des ateliers d'embouche

qui ambitionne de répondre à une demande alimentaire aux exigences croissantes. En vue de répondre au besoin alimentaire sans cesse croissant du bétail, l'intensification de la production fourragère constitue une impérative. Le *Panicum maximum* (communément appelé herbe de Guinée) est l'une des espèces fourragères les plus cultivées au monde et qui s'est révélé la graminée la plus favorable à l'exploitation intensive (Pernes *et al.* , 1975) présentant une bonne valeur alimentaire, ainsi qu'une capacité d'adaptation à différentes conditions pédoclimatiques (Adane *et al.* , 2025 ; César, 2005 ; Paciullo *et al.* , 2016). Dans un contexte de la baisse de la fertilité des sols, l'une des méthodes d'accroissement de la production de biomasse est l'utilisation de la fertilisation minérale (Sawadogo *et al.* , 2021). Au Togo, les éleveurs pensent qu'il n'est pas nécessaire de fertiliser les parcelles fourragères considérant les espèces fourragères comme étant des

mauvaises herbes. Pour la plupart de ces éleveurs, la vaine pâture est une pratique courante considérée comme le mode d'alimentation le plus économique pour le bétail. Plusieurs auteurs (Adjolohoun *et al.*, 2008 ; Ball *et al.*, 2001 ; Rabiél *et al.*, 2025 ; Tendonkeng *et al.*, 2011 ; HU *et al.*, 2014) ont observé que la fertilisation accélère la croissance rapide en hauteur des plants pendant la phase végétative, étale la production fourragère dans le temps et entraîne une importante augmentation de la biomasse et même du niveau de protéines. Des travaux

similaires portant sur le *Panicum maximum* ont été effectués en station au Togo par Rüdner (1981), Koumessi *et al.* (2024) et ont permis d'identifier trois écotypes performants. Des études récentes menées en milieu réel n'ont jamais été effectuées au Togo. La présente étude vise à évaluer l'effet de la fertilisation minérale sur le rendement en biomasse fourragère de trois écotypes de *Panicum maximum* dans deux zones à climat contrasté au Togo. L'objectif de cette étude est d'améliorer l'alimentation du bétail au Togo.

## MATERIEL ET METHODES

**Sites :** Les essais ont eu lieu à Kolokopé (N 7°49', E 1°20') dans la région des plateaux Est et à Bassar (N 09°15'41.5" ; E 000°47'35.0") dans la région de la Kara. Les sols de Kolokopé sont des vertisols caractérisés par un taux élevés de C et d'argiles gonflantes, leur conférant une CEC et des concentrations en bases échangeables fortement élevées

(Kintché, 2011). Les sols de Bassar sont des sols ferrugineux tropicaux lessivés à concrétions sur matériau d'altération kaolinique épais bien drainant. Ces sols ont une structure variant de l'argilo-sableux au sablo-agrileux en surface, à l'argileux en profondeur.

**Tableau 1:** Caractéristiques chimiques du sol des sites

| Paramètres chimiques                                     |                         | Kolokopé | Bassar |
|----------------------------------------------------------|-------------------------|----------|--------|
| Granulométrie(%)                                         | Argile                  | 25       | 6      |
|                                                          | Sable                   | 75       | 68     |
|                                                          | Limon                   | -        | 24     |
| Eléments totaux                                          | C (g kg <sup>-1</sup> ) | 18.0     | 13     |
|                                                          | N (g kg <sup>-1</sup> ) | 1.00     | 1      |
|                                                          | P (g kg <sup>-1</sup> ) | 300      | 1,0    |
| P Assimilable (mg kg <sup>-1</sup> )                     |                         | 38       | -      |
| Bases échangeables (Cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup> ) | Ca                      | 9,10     | 2,2    |
|                                                          | Mg                      | 2,99     | 0, 35  |
|                                                          | K                       | 0,32     | 0,1    |
| CEC                                                      |                         | 13       | 4,3    |
| pH (1/2,5)                                               |                         | 6,7      | 6,3    |

**Climat et précipitation :** Les deux sites présentent des climats contrastés, bimodal pour le site de Kolokopé et unimodal pour le site de Bassar avec leur spécificité. La pluviométrie annuelle à Kolokopé pour le compte de l'année 2025 est en moyenne de 1064,8 mm (Source :Relevées pluviométrique

du Centre de Recherche Agronomique Savane Sèche de Kolokopé). Elle a été marquée par une répartition relativement bonne de la pluviométrie tout le long de l'année avec les mois de mai (190,6 mm) , juin (131,1 mm) , juillet (99,9 mm), août (112,2 mm) et septembre (342,5 mm) très pluvieuses.

Cependant, une poche de sécheresse a été observée dans le mois d'octobre surtout dans la troisième décade. Les niveaux de précipitations annuelles ont été plus faibles à Bassar dans la région de la Kara avec en moyenne 767,6 mm de pluie obtenue pour le compte de 2025 (Source : Relevées pluviométriques de l'antenne de Kabou). Les mois de mai (87,8 mm), juin (119,5 mm), juillet (92,0 mm), août (89,9 mm) et septembre (211,9 mm) ont enregistré une pluviométrie inférieure à celle relevée à Kolokopé. Une poche de sécheresse a été aussi observée dans le mois d'octobre. Il faut noter que les valeurs moyennes (annuelles et mensuelles) cachent cependant une inégale répartition des pluies au sein d'une même zone. Cette mauvaise répartition des pluies affecte négativement la production de biomasse. En 2025, les valeurs moyennes annuelles des températures (minimale et maximale) ont varié entre 22,5 et 32,6 °C et entre 22,9 et 34,8 °C respectivement pour les deux sites.

**Matériel végétal:** Le matériel végétal est constitué de trois (03) écotypes de *Panicum maximum*, dont deux de variétés améliorées et un de variété locale. Les écotypes de variétés améliorées sont constitués de *Panicum maximum* var C1 (E1) et *Panicum maximum* var T58 (E2). L'écotype de la variété locale est constitué d'une variété de *P. maximum* locale à feuilles larges (E3).

**Dispositif expérimental:** La productivité de différentes espèces de *Panicum maximum* a été évaluée dans un dispositif en split-plot avec la fertilisation (F0, F1, F2) en parcelle principale et les écotypes de *Panicum* (E1, E2, E3) en sous-parcelle. Le facteur intergroupe du dispositif a été l'espèce de *Panicum* avec trois modalités ( *P. maximum* de l'écotype 1, *P. maximum* de l'écotype 2 et *P. maximum* de l'écotype 3). Le facteur intra-groupe a été le bloc (3 répétitions). La fertilisation a été effectuée suivant les modalités à savoir : (i) F0: parcelle témoin sans fumure ; (ii) F1: parcelle avec un apport de fumure à base de NPK 15-

15-15 à la dose unique de 150 kg/ha en début d'installation des parcelles ; (iii) F2: Apport de fumure à base de NPK 15-15-15 en début d'installation à la dose de 150 Kg/ ha et de l'apport d'urée 46% après la coupe à la dose de 200 Kg/ ha.

**Préparation du terrain et repiquage :** Un dessouchage a été réalisé sur une parcelle de 20m x 40 m. Le labour a été effectué à l'aide d'un tracteur suivi d'un planage manuel et de la délimitation des trois blocs. Les blocs ont été séparés de 5m l'un de l'autre. Au sein de chaque bloc, trois sous-blocs (F0 ; F1 et F2) séparés d'1m chacun ont été délimités par piquetage. Chaque sous-bloc a constitué un niveau de fertilisation et a reçu les trois différents écotypes de *Panicum maximum*. A cet effet, trois parcelles élémentaires de 2m x 3m séparés d'1m chacun ont été installées au sein de chaque sous blocs. La mise en place des parcelles a été effectuée par éclats de souche avec un schéma de repiquage de 0,5m x 0,5 m.

**Mesure des paramètres agro morphologiques:** Six (06) paramètres morphologiques et deux (02) paramètres agronomiques ont été mesurés. A cet effet, dix (10) touffes ont été choisies au hasard sur chaque parcelle élémentaire et les paramètres agro-morphologiques ont été évalués. Les variables évaluées pour la caractérisation morphologique du *Panicum maximum* comprennent : (i) La hauteur de la plante, qui a été mesurée en centimètres (cm) à partir de la base de la tige jusqu'au sommet du feuillage à l'aide d'un mètre ruban (Adjolohoun *et al.*, 2012); (ii) La longueur des feuilles a été mesurées depuis l'apex du limbe jusqu'à la base du pétiole, et (iii) la largeur a été mesurée au point le plus large perpendiculairement à l'axe longitudinal de la feuille; (iv) Le diamètre des tiges (mm) a été déterminé à l'aide d'une ficelle et d'un mètre ruban en mesurant le tour de la tige principale à l'aide de la ficelle puis en la transposant sur le mètre ruban pour lecture ; (v) Le nombre de tige par touffe a été évalué par comptage directe et (vi) le nombre

de feuilles par talle a été compté directement sur la talle principale des touffes sélectionnées. Les caractéristiques agronomiques ont porté sur : (i) la biomasse fourragère dont la biomasse fraîche et la biomasse sèche: Pour estimer la biomasse fraîche, dix (10) touffes par parcelle ont été fauchées au stade début floraison à 15 cm au-dessus du sol puis pesées immédiatement. Après chaque récolte, la biomasse résiduelle des parcelles a été aussi coupée à la même hauteur et enlevée.

La production parcellaire ( $g/m^2$ ) a été évaluée de la façon suivante :  $Bp = Bt \times d$  (1) où Bt représente la biomasse de la touffe (g) ; d représente la densité des plants ( $d=4$  touffes/ $m^2$ ) et Bp la biomasse parcellaire ( $g/m^2$ ). La biomasse fraîche a été calculée de la façon suivante :  $BF (kg/ha) = 10Bp$  (2)

Un échantillon de fourrage frais de masse  $m_1$  gramme a été prélevé de chaque parcelle, séchés à l'étuve à  $70^\circ C$  pendant 3 jours et pesés pour déterminer la teneur en matière sèche. Le taux de matière sèche a été calculé suivant la formule que voici :

$TMS (\%) = \frac{m_2}{m_1} \times 100$  (3) où  $m_1$  est la masse fraîche de l'échantillon constitué et  $m_2$  la masse sèche après le séchage à l'étuve.

La biomasse sèche ( $kg/ha$ ) a été calculée à partir du taux de matière sèche suivant la formule que voici :

$BS (kg/ha) = BF \times TMS$  (4)

Pour permettre d'éviter l'effet de bordure, l'évaluation de la biomasse a été réalisée tout

en épargnant les deux lignes externes. Deux coupes ont été réalisées pour la première année. La première coupe a lieu 65 jours après l'apport du NPK et la deuxième coupe 30 jours après l'application de l'urée.

(ii) le rapport feuille sur tige : Lors de la coupe cinq touffes ont été choisies au hasard. Les feuilles ont été séparées des tiges puis pesées séparément. Le rapport de la biomasse des feuilles par celle des tiges constitue le rapport feuille sur tige ;

**Analyse statistique:** Les données relatives aux paramètres agro morphologiques ont été soumises à une analyse de la variance avec le logiciel R version 4.4.1 selon le modèle statistique suivant :

$Y_{ijk} = B_i + \alpha + V_j + F_k + (VF)_{jk} + \beta_{ijk}$  (5) où  $Y_{ijk}$  est la valeur observée dans le bloc i, la variété j et le traitement k ;

;  $B_i$  est l'effet du bloc i ;  $\alpha$  est l'effet moyen global ;  $V_j$  est l'effet de l'écotype j ( $j = E1, E2$  et  $E3$ ) ;  $F_k$  est l'effet du traitement k ( $k = 0 ; 1 ; 2$ ) ;  $(VF)_{jk}$  est l'effet d'interaction entre l'écotype j et le traitement k ; et  $\beta_{ijk}$  est l'effet de l'erreur aléatoire attribuée au sous-plot. Lorsque le test ANOVA a été significatif, les effets des sources de variation et les interactions ont été comparés à l'aide du test de Duncan à 5 % de signification. La corrélation entre la biomasse produite par un individu et ses caractéristiques morphologiques a été effectuée par une analyse de régression linéaire.

## RESULTATS

Effet de la fertilisation minérale sur la production de biomasse fourragère à Kolokopé : Le tableau 2 présente le test statistique (ANOVA) sur la productivité des différents écotypes de *Panicum maximum* sur les deux sites. Sur la base des résultats rapportés dans le tableau 1, un effet significatif du bloc ( $p < 0,05$ ) a été observé à Kolokopé. Par contre, l'effet a été non significatif à Bassar ( $P > 0,05$ ). Un effet significatif ( $p < 0,05$ ) de l'écotype sur la biomasse sèche a été aussi

observé pour la première coupe sur les deux sites. Un effet très hautement significatif ( $p < 0,001$ ) a été observé pour la fertilisation minérale que ce soit par apport de NPK 15-15-15 ou de l'urée. L'écart entre le traitement F0 et les autres est encore plus grand pour le site de Bassar. De surcroît, l'effet de la fertilisation unique a été très hautement significatif ( $p < 0,001$ ) en deuxième coupe par rapport à la parcelle témoins (F0). Une interaction non significative ( $P > 0,05$ ) a été observée entre

écotypes et fertilisation avec un CV relativement élevé de 30,8 % (Kolokopé) et de 20,3 % (Bassar) reflétant une variabilité relativement élevée. Cependant, un effet non significatif de la variété ( $P > 0,05$ ) a été observé pour le regain de biomasse à Kolokopé. L'effet de l'écotype a été significatif ( $P < 0,05$ ) à Bassar. Une interaction entre variétés et fertilisation azotée (urée 46%) a été observée ( $p < 0,01$ ). Le tableau 3 montre les différents rendements en biomasse relatifs aux trois traitements. En effet, la fertilisation minérale (F1 et F2) a présenté le meilleur rendement à la première coupe sur les deux sites. La biomasse sèche pour le site de Kolokopé, a varié de  $4593,12 \pm 790,81$  à  $1479,55 \pm 285,06$  kgMS/ha. Les deux valeurs extrêmes ont été obtenues pour l'écotype 3. La valeur la plus faible a été observée pour la parcelle témoin F0. A la deuxième coupe, le regain de biomasse sèche (en KgMS/ha) a varié de  $3058,16 \pm 106,72$  à  $1671,05 \pm 65,59$ . Le regain de biomasse a été plus élevé pour l'écotype 2 avec le traitement F2 et la plus faible valeur a été observée pour l'écotype 3 avec le traitement F0. La fertilisation unique F1 a induit une augmentation de regain de biomasse de 48,84% ; 92,12% et 8,86 % respectivement pour les écotypes 1, 2 et 3. Un apport de l'urée après la coupe a engendré une augmentation de regain de biomasse de 109,45% ; 213% et 77,72% respectivement pour les écotypes 1, 2 et 3. Du point de vue fertilisation, le traitement F2 a produit des valeurs relativement plus élevée pour la biomasse sèche. Les mêmes tendances ont été observées sur le site de Bassar. En effet, les biomasses observées pour la première coupe sur ce site ont varié de  $244,71 \pm 18,24$  à

$3177,74 \pm 445,83$  kgMS/ha et le regain de biomasse a varié de  $139,48 \pm 25,88$  à  $2834,63 \pm 142,29$  kgMS/ha. Les plus faibles valeurs ont été observées pour le traitement F0 de l'écotype 1 et les valeurs les plus élevées ont été obtenues pour le traitement F2 de l'écotype 2. La fertilisation unique a engendré une augmentation de regain de biomasse fourragère de 946,69% ; 525,42% et 501,80% respectivement pour les écotypes 1, 2 et 3. Un apport de l'urée a entraîné une augmentation de regain de biomasse de 1552,73% ; 1058% et 1067,86% respectivement pour les écotypes 1, 2 et 3.

La figure 1 présente la biomasse totale sur les deux sites. D'après cette figure, le traitement F1 et F2 n'ont pas présenté de différence significative pour la biomasse sèche totale à Kolokopé (figure 1A). Une différence significative a été observée sur le site de Bassar pour les différents traitements (figure 1B). La figure 2 présente les augmentations de biomasse fourragère totale observées pour les fertilisations F1 et F2 par rapport au témoin. Des augmentations de biomasse de 93,87% ; 77,97% et 107,8% (respectivement pour les écotypes 1, 2 et 3) ont été observées pour la fertilisation unique à Kolokopé. Ces augmentations sont de 111% ; 145% et 129,8% (respectivement pour les écotypes 1, 2 et 3) pour la fertilisation F2 à Kolokopé. A Bassar, des augmentations de biomasse de 943% ; 484% et 649 % (respectivement pour les écotypes 1, 2 et 3) ont été observées pour la fertilisation unique. Les valeurs observées pour la fertilisation F2 sont 1194% ; 658% et 865% respectivement pour les écotypes 1, 2 et 3.

**Tableau 2:** Test statistique (ANOVA) sur la productivité des différents écotypes de *Panicum maximum*

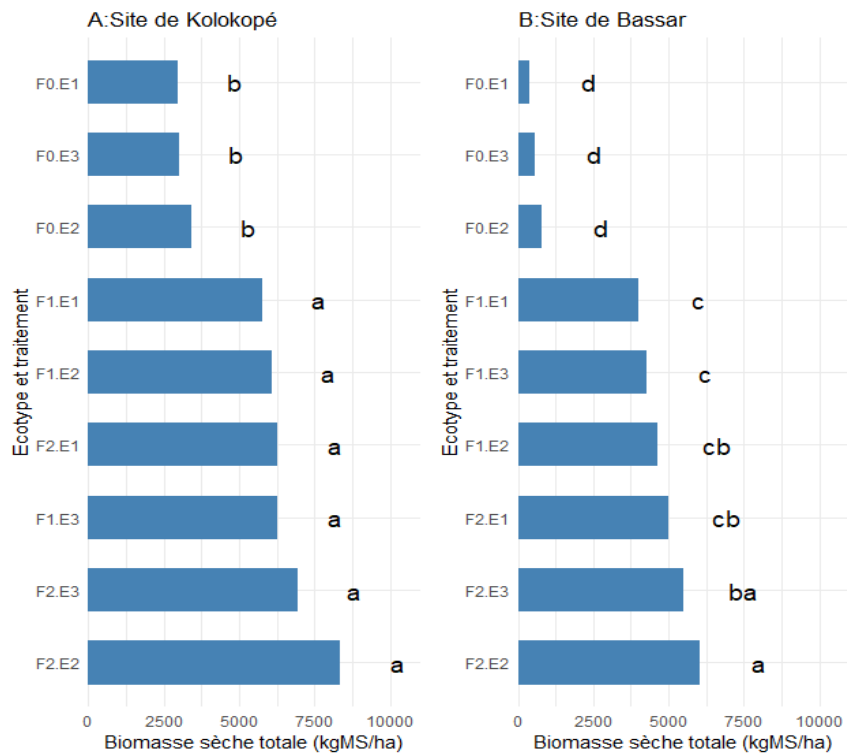
| Site     | Source de variation | Biomasse sèche (kg/ha) | Regain de biomasse sèche (kg/ha) | Biomasse Totale |
|----------|---------------------|------------------------|----------------------------------|-----------------|
| Kolokopé | Bloc                | 0,048 *                | 0,034 *                          | 0,051ns         |
|          | Ecotype (E)         | 0,038 *                | 0,34 ns                          | 0,1ns           |
|          | Fertilisation (F)   | 0,000 ***              | 0,000 ***                        | 0,000 ***       |
|          | E*F                 | 0,61 ns                | 0,000 ***                        | 0,54ns          |
|          | CV (a)              | 16,8 %                 | 9,2 %                            | 12,8 %          |
|          | CV (b)              | 30,8 %                 | 4,8 %                            | 19,1 %          |
| Bassar   | Bloc                | 0,057 ns               | 0,26 ns                          | 0,08ns          |
|          | Ecotype (E)         | 0,014 *                | 0,033 *                          | 0,00**          |
|          | Fertilisation (F)   | 0,000 ***              | 0,000 ***                        | 0,000 ***       |
|          | E*F                 | 0,97 ns                | 0,003**                          | 0,8ns           |
|          | CV (a)              | 8,7 %                  | 8,6 %                            | 6,9 %           |
|          | CV (b)              | 20,3 %                 | 6,4 %                            | 13,4 %          |

ns : non significatif ( $P > 0,05$ ) ; \*: significatif ( $p < 0,05$ ); \*\*: très significatif ( $p < 0,01$ ) ; \*\*\* : très hautement significatif ( $p < 0,001$ )

**Tableau 3:** Biomasse fourragère des différents écotypes de *Panicum maximum* (KgMS/ha)

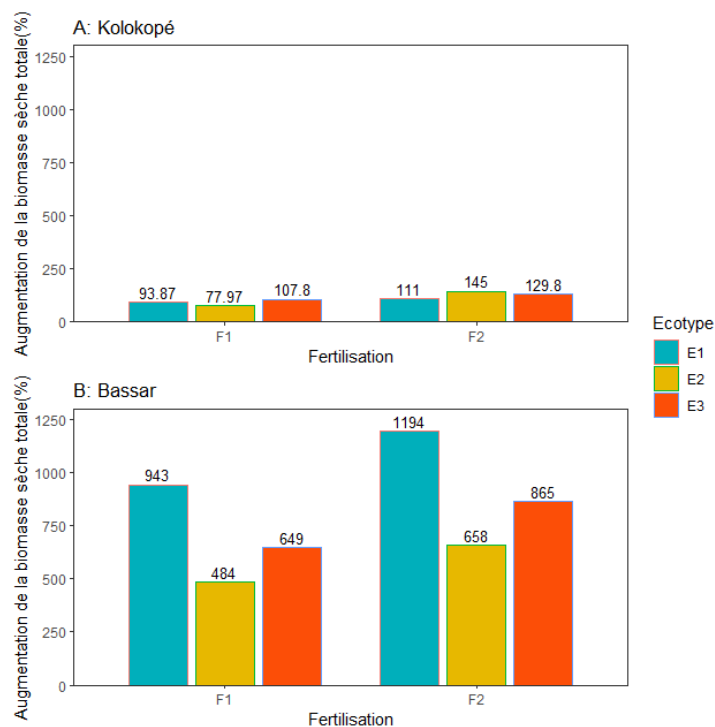
| Ecotype | Fertilisation | Biomasse sèche (Kolokopé) | Biomasse sèche (Bassar) | Regain de biomasse sèche (Kolokopé) | Regain de biomasse (Bassar) |
|---------|---------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| E1      | F0            | 1592±907b                 | 244,71± 18,24 b         | 1376±102f                           | 139,48 ±25,88e              |
| E1      | F1            | 3707±1404ab               | 2548,80±443,75a         | 2048±29c                            | 1459,92±142,69d             |
| E1      | F2            | 3382±825 ab               | 2669,58±528,69 a        | 2882±102ab                          | 2305,23± 48,59c             |
| E2      | F0            | 2434± 1089ab              | 548,02±60,41b           | 977±88g                             | 244,77± 9,19e               |
| E2      | F1            | 4194±1543ab               | 3101,52±714,88a         | 1877±110cd                          | 1530,83±31,42d              |
| E2      | F2            | 5303±1106a                | 3177,74± 445,83 a       | 3058±107a                           | 2834,63±142,29a             |
| E3      | F0            | 1480±285b                 | 348,32±103,02b          | 1535±130fe                          | 220,70± 10,17e              |
| E3      | F1            | 4593±791ab                | 2935,40± 537,97a        | 1671±66ed                           | 1328,17±133,20d             |
| E3      | F2            | 4200±1658ab               | 2914,98±503,35 a        | 2728±305b                           | 2577,46±162,42 b            |
| P-value |               | 0,000 ***                 | 0,000 ***               | 0,000 ***                           | 0,000 ***                   |

Les lettres distinctes diffèrent ( $P < 0,05$ ) selon le test de Duncan ; \*\*\* très hautement significatif ( $p < 0,001$ )



Les lettres distinctes diffèrent ( $P < 0,05$ ) selon le test de Duncan

**Figure 1:** Effet de la fertilisation minérale sur la biomasse totale des trois écotypes : site de Kolokopé (A), site de Bassar (B).



**Figure 2:** Effet de la fertilisation minérale sur l'augmentation de la biomasse sèche totale

**Effet de la fertilisation minérale sur le rapport feuille sur tige des différents écotypes :** Les tableaux 4 et 5 présentent le rapport feuille sur tige des différents écotypes de *P. maximum* respectivement à Kolokopé et à Bassar. L'écotype 1 a présenté des rapports feuilles sur tige significativement plus élevés ( $p < 0,05$ ) que les autres écotypes. La fertilisation a amélioré significativement ce ratio ( $p < 0,01$ ). L'interaction entre écotypes et fertilisation a été non significative ( $P > 0,05$ ) sur les deux sites. Les valeurs pour la première

coupe ont varié de  $0,42 \pm 0,08$  à  $1,22 \pm 0,13$  à Kolokopé et de  $0,55 \pm 0,05$  à  $1,77 \pm 0,31$  à Bassar. Les valeurs de ce rapport ont été relativement élevées pour la deuxième coupe avec des valeurs variant de  $2,21 \pm 0,74$  à  $10,24 \pm 1,1$  à Kolokopé et de  $1,85 \pm 0,10$  à  $8,85 \pm 1,49$  à Bassar. Les plus faibles valeurs ont été observées pour l'écotype 3 sans fertilisation et les valeurs les plus élevées ont été observées pour l'écotype E1 avec fertilisation.

**Tableau 4:** Rapport feuille sur tige des différents écotypes de *Panicum maximum* à Kolokopé

| Ecotype        | Fertilisation | TMS (%)<br>(coupe 1) | TMS (%)<br>(coupe 2) | Rapport feuille sur<br>tige (coupe 1) | Rapport feuille<br>sur tige (coupe 2) |
|----------------|---------------|----------------------|----------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| E1             | F0            | $20,87 \pm 0,15$     | $25,58 \pm 0,68$     | $1 \pm 0,10$ abc                      | $5,45 \pm 0,77$ cd                    |
| E1             | F1            | $20,82 \pm 0,17$     | $25,56 \pm 0,90$     | $1,22 \pm 0,13$ ab                    | $8,25 \pm 0,80$ ab                    |
| E1             | F2            | $20,84 \pm 0,35$     | $25,53 \pm 0,93$     | $1,20 \pm 0,15$ a                     | $10,24 \pm 1,1$ a                     |
| E2             | F0            | $24,08 \pm 0,21$     | $28,79 \pm 0,21$     | $0,93 \pm 0,11$ c                     | $6,90 \pm 2,31$ bc                    |
| E2             | F1            | $21,70 \pm 0,35$     | $27,60 \pm 0,56$     | $1,00 \pm 0,08$ abc                   | $8,45 \pm 1,34$ ab                    |
| E2             | F2            | $22,88 \pm 0,1$      | $26,42 \pm 0,57$     | $1,01 \pm 0,11$ abc                   | $8,26 \pm 1,22$ ab                    |
| E3             | F0            | $20,29 \pm 0,36$     | $25 \pm 0,70$        | $0,42 \pm 0,08$ d                     | $2,21 \pm 0,74$ e                     |
| E3             | F1            | $20,74 \pm 0,16$     | $25,22 \pm 0,41$     | $0,53 \pm 0,07$ d                     | $3,03 \pm 0,71$ de                    |
| E3             | F2            | $20,51 \pm 0,26$     | $25,45 \pm 0,6$      | $0,59 \pm 0,07$ d                     | $3,44 \pm 0,48$ de                    |
| <i>P-value</i> |               |                      |                      | 0,012 *                               | 0,004 **                              |

Les lettres distinctes diffèrent ( $P < 0,05$ ) selon le test de Duncan. \*: significatif ( $p < 0,05$ ); \*\*: très significatif ( $p < 0,01$ )

**Tableau 5:** Teneur en matière sèche et rapport feuille sur tige des différents écotypes de *Panicum maximum* à Bassar

| Ecotype        | Fertilisation | TMS (%)<br>(coupe 1) | TMS (%)<br>(coupe 2) | Rapport feuille<br>sur tige (coupe 1) | Rapport feuille<br>sur tige (coupe 2) |
|----------------|---------------|----------------------|----------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| E1             | F0            | $21,12 \pm 0,29$     | $24,79 \pm 0,3$      | $1,41 \pm 0,22$ d                     | $5,42 \pm 1,54$ bcd                   |
| E1             | F1            | $20,48 \pm 0,27$     | $23,7 \pm 0,3$       | $1,77 \pm 0,31$ a                     | $7,10 \pm 1,32$ ab                    |
| E1             | F2            | $20,51 \pm 0,17$     | $24,12 \pm 0,39$     | $1,63 \pm 0,35$ ab                    | $8,85 \pm 1,49$ a                     |
| E2             | F0            | $23,98 \pm 0,32$     | $27,4 \pm 0,18$      | $1,08 \pm 0,108$ bc                   | $5,20 \pm 1,72$ bc                    |
| E2             | F1            | $22,12 \pm 0,34$     | $26,54 \pm 0,15$     | $1,38 \pm 0,43$ ab                    | $6,65 \pm 0,74$ ab                    |
| E2             | F2            | $21,97 \pm 0,43$     | $27,7 \pm 0,56$      | $1,40 \pm 0,23$ ab                    | $7,36 \pm 0,94$ ab                    |
| E3             | F0            | $21 \pm 0,25$        | $24,78 \pm 0,26$     | $0,55 \pm 0,05$ c                     | $1,85 \pm 0,10$ e                     |
| E3             | F1            | $20,85 \pm 0,4$      | $24,73 \pm 0,32$     | $0,71 \pm 0,13$ c                     | $2,86 \pm 1,07$ cde                   |
| E3             | F2            | $20,76 \pm 0,27$     | $25,2 \pm 0,6$       | $0,74 \pm 0,14$ c                     | $2,95 \pm 1,13$ de                    |
| <i>P-value</i> |               |                      |                      | 0,049 *                               | 0,005 **                              |

Les lettres distinctes diffèrent ( $P < 0,05$ ) selon le test de Duncan. ; \*: significatif ( $p < 0,05$ ); \*\*: très significatif ( $p < 0,01$ )

**Effet de la fertilisation minérale sur l'amélioration des paramètres morphologiques:** Les tableaux 6 et 7 présentent les paramètres morphologiques des trois écotypes de *P. maximum* et l'effet de la fertilisation minérale sur l'amélioration des paramètres morphologiques à la première coupe respectivement à Kolokopé et à Bassar. En effet, les caractéristiques morphologiques sont différentes pour les trois écotypes. L'écotype 1 présente des feuilles et talles fines alors que l'écotype 3 présente des feuilles larges et des talles plus grosses. L'écotype 2 présente des caractéristiques moyennes. Cependant, la fertilisation a permis d'améliorer ces différents paramètres morphologiques pour chaque écotpe. D'après ces tableaux, des différences significatives ( $p < 0,05$ ) ont été observées dans tous les traits morphologiques mesurés entre les deux sites qui constituent deux zones agro-écologiques à climat contrasté. Les paramètres tels que la hauteur des touffes (Htf), le nombre de talles par touffe (Nta), la longueur des feuilles (Lgf), la largeur des feuilles (Laf), le diamètre des talles (Dta) et le nombre de feuilles par talle (Nf) ont été très significativement ( $P < 0,001$ ) influencés par la fertilisation minérale et le site d'étude. Ces différents paramètres sont plus élevés sur le site de Kolokopé. Les hauteurs moyennes à la première coupe ont varié de  $51,33 \pm 10,26$  à  $141 \pm 10,44$  cm à Kolokopé et de  $28,67 \pm 3,21$  à  $129 \pm 14,42$  cm à Bassar. Les

valeurs faibles ont été observées pour l'écotype 1 sans fertilisation et la valeur maximale a été observée pour l'écotype 3 avec fertilisation. Le nombre moyen de talles par touffe a été plus élevé pour l'écotype 1 avec fertilisation ( $122,67 \pm 25,32$  et  $149,73 \pm 47,77$  respectivement à Kolokopé et à Bassar). Les plus faibles valeurs ont été obtenues pour l'écotype 3 sans fertilisation ( $24 \pm 9,54$  et  $12,55 \pm 2,23$  respectivement à Kolokopé et à Bassar). La longueur des feuilles a varié de  $50,50 \pm 2,78$  à  $84,33 \pm 5,01$  à Kolokopé et de  $47,67 \pm 2,52$  à  $80,67 \pm 4,04$  à Bassar. La largeur des feuilles a varié entre  $0,97 \pm 0,06$  à  $3,00 \pm 0,10$  cm et  $0,83 \pm 0,06$  à  $2,43 \pm 0,15$  cm respectivement à Kolokopé et à Bassar. L'écotype 1 présentant des feuilles fines a connu avec la fertilisation une augmentation de la largeur de ses feuilles ( $0,97 \pm 0,06$  à  $1,20 \pm 0,17$  cm et de  $0,83 \pm 0,06$  à  $1,10 \pm 0,10$  cm respectivement à Kolokopé et à Bassar) et du diamètre de ses talles ( $1,03 \pm 0,15$  à  $1,70 \pm 0,10$  mm et de  $0,90$  à  $1,37 \pm 0,15$  mm respectivement à Kolokopé et à Bassar). L'écotype 3 a présenté des feuilles et des talles dont la valeur est significativement plus élevée ( $p < 0,01$ ) que celle des autres variétés. Le nombre de feuilles par talle a varié de  $4,33 \pm 0,58$  à  $7$  et de  $3,33 \pm 0,58$  à  $6$  respectivement sur les sites de Kolokopé et Bassar. Ces paramètres morphologiques constituant des composantes de la production de biomasse ont connu une augmentation avec la fertilisation minérale.

**Tableau 6:**Caractéristiques morphologiques des différents écotypes à Kolokopé

| Ecotype | Fertilisation  | Htf           | Lgf          | Laf         | Dta        | Nta           | Nf           |
|---------|----------------|---------------|--------------|-------------|------------|---------------|--------------|
| E1      | F0             | 51,33±10,26d  | 50,50±2,78cd | 0,97±0,06e  | 1,03±0,15e | 64±14,42bc    | 5,67±0,58bcd |
| E1      | F1             | 100±5b        | 64,33±4,04b  | 1,17±0,15e  | 1,70±0,10d | 118,33±20,21a | 6,67±0,58ab  |
| E1      | F2             | 101,33±8,02b  | 78,33±3,06a  | 1,20±0,17e  | 1,67±0,29d | 122,67±25,32a | 7a           |
| E2      | F0             | 73,33±11,59c  | 56,67±6,03bc | 1,70±0,26d  | 1,60±0,36d | 44±6,56cd     | 5de          |
| E2      | F1             | 124±10,39a    | 77,73±0,64a  | 1,77±0,38d  | 2,30±0,10c | 79±2,65b      | 6,33±0,58ab  |
| E2      | F2             | 128,67±10,26a | 80,90±4,55a  | 2,03±0,35dc | 2,33±0,29c | 83,33±16,07b  | 6,33±0,58abc |
| E3      | F0             | 77,33±3,79c   | 46,33±6,81d  | 2,30±0,17bc | 2,93±0,21b | 24±9,54d      | 4,33±0,58e   |
| E3      | F1             | 138,33±4,16a  | 58,10±6,83bc | 2,67±0,06ab | 3,97±0,32a | 40±7cd        | 5de          |
| E3      | F2             | 141±10,44a    | 84,33±5,01 a | 3±0,10a     | 3,97±0,06a | 46,00±7,55cd  | 5,33±0,58cde |
|         | <i>P-value</i> | 0,000***      | 0,000***     | 0,003 **    | 0,000***   | 0,000***      | 0,000***     |

Les lettres distinctes diffèrent ( $P < 0,05$ ) selon le test de Duncan ; \*\*: *très significatif* ( $p < 0,01$ ) ; \*\*\* : *très hautement significatif* ( $p < 0,001$ ) ; Htf: Hauteur des touffes; Lgf: Longueur des feuilles; Laf : Largeur des feuilles ; Dta : Diamètre des talles ; Nta : Nombre de talles par touffe ; Nf : Nombre de feuilles par talle

**Tableau 7:**Caractéristiques morphologiques des différents écotypes à Bassar

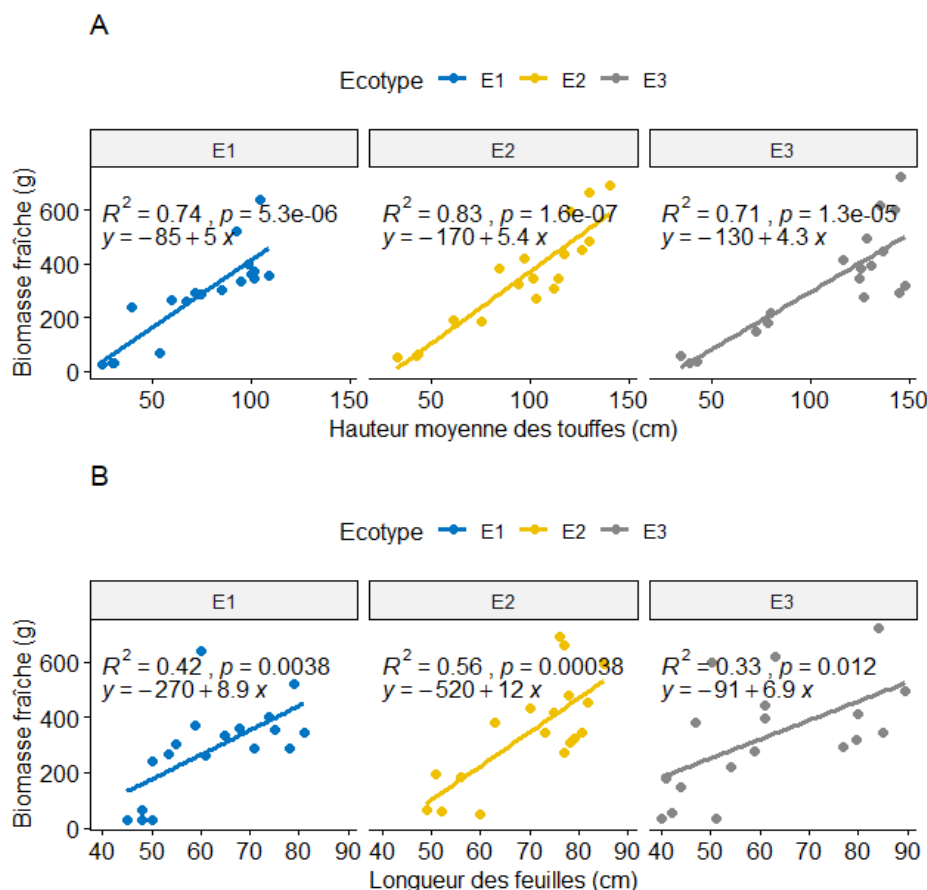
| Ecotype | Fertilisation  | Htf           | Lgf           | Laf         | Dta        | Nta          | Nf          |
|---------|----------------|---------------|---------------|-------------|------------|--------------|-------------|
| E1      | F0             | 28,67±3,21d   | 47,67±2,52cd  | 0,83±0,06g  | 0,90f      | 27,67±3,21   | 3,33±0,58c  |
| E1      | F1             | 84,68±17,49c  | 58,33±3,06b   | 1,03±0,06fg | 1,30±0,10e | 149,73±47,77 | 5,67±0,58a  |
| E1      | F2             | 81,71±14,97c  | 74,33±3,51a   | 1,10±0,10f  | 1,37±0,15e | 115,59±43,13 | 5,67±0,58a  |
| E2      | F0             | 39,47±6,11d   | 53,67±5,69bcd | 1,43±0,06e  | 1,83±0,15d | 25,28±8,22   | 3,67±0,58bc |
| E2      | F1             | 111,21±7,59ab | 73,33±3,51a   | 1,70±0,10d  | 2,23±0,12c | 132,20±39,96 | 5,33±0,58   |
| E2      | F2             | 97,31±3,83bc  | 78,20±2,88a   | 1,83±0,15cd | 2,13±0,15c | 85,22±8,57   | 6a          |
| E3      | F0             | 39±4d         | 44,33±5,86d   | 2,03±0,06bc | 2,53±0,21b | 12,55±2,23   | 3,67±0,58bc |
| E3      | F1             | 128±2,65a     | 55,67±7,57bc  | 2,23±0,21ab | 3,47±0,25a | 71,33±22,31  | 4,67±0,58ab |
| E3      | F2             | 129±14,42a    | 80,67±4,04a   | 2,43±0,15a  | 3,57±0,21a | 51,23±21,53  | 5,33±0,58a  |
|         | <i>P-value</i> | 0,000***      | 0,000***      | 0,000***    | 0,000***   | 0,000***     | 0,000***    |

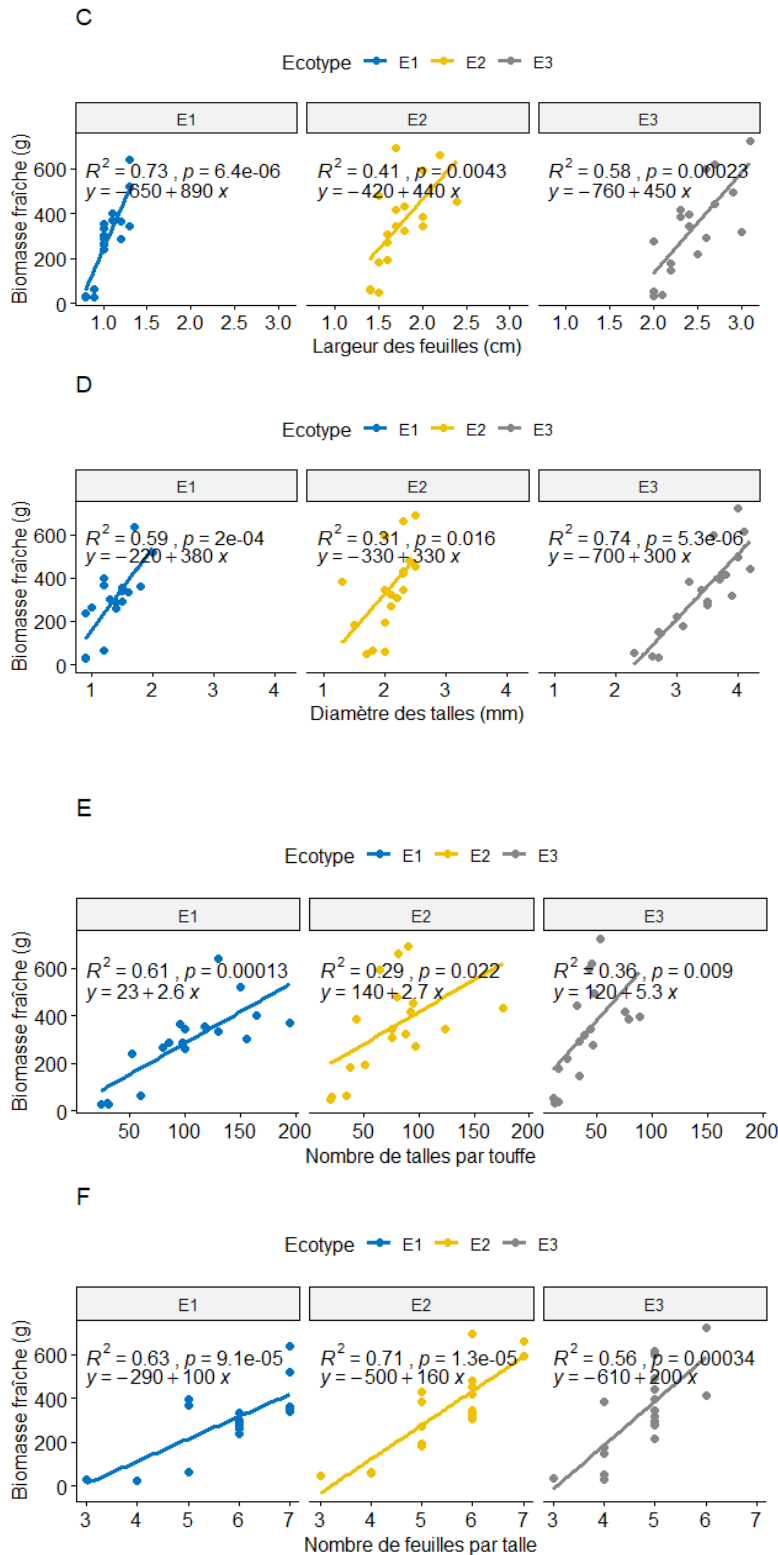
Les lettres distinctes diffèrent ( $P < 0,05$ ) selon le test de Duncan ; \*\*: *très significatif* ( $p < 0,01$ ) ; \*\*\* : *très hautement significatif* ( $p < 0,001$ ) ; Htf: Hauteur des touffes; Lgf: Longueur des feuilles; Laf : Largeur des feuilles ; Dta : Diamètre des talles ; Nta : Nombre de talles par touffe ; Nf : Nombre de feuilles par talle

### Effet des paramètres morphologiques sur le rendement en biomasse fourragère des différents écotypes de *Panicum maximum* :

La figure 3 illustre la corrélation entre la biomasse fourragère produite par un individu et ses caractéristiques morphologiques. D'après ladite figure, la biomasse fourragère d'un individu est positivement corrélée avec ses traits morphologiques. Cette corrélation est significative ( $p < 0,05$ ) pour tous les paramètres et les valeurs de  $R^2$  sont présentées dans les parenthèses respectivement pour les écotypes 1, 2 et 3. Les résultats de la figure 3A ont révélé une corrélation positive et hautement significative entre la hauteur des touffes et la biomasse fourragère ( $R^2 = 0,74^{***}$  ;

$0,83^{***}$  et  $0,71^{***}$ ). La corrélation est significative mais relativement forte (figure 3 B, C, D & E) pour la longueur des feuilles ( $R^2 = 0,42^{**}$  ;  $0,52^{***}$  et  $0,33^{*}$ ), la largeur des feuilles ( $R^2 = 0,73^{***}$  ;  $0,41^{**}$  et  $0,58^{***}$ ), le diamètre des talles ( $R^2 = 0,59^{***}$  ;  $0,31^{*}$  et  $0,74^{***}$ ) et le nombre de talles par touffe ( $R^2 = 0,61^{***}$  ;  $0,29^{*}$  et  $0,36^{**}$ ). La figure 3F présente une corrélation positive et forte entre le nombre de feuille par talle et la biomasse ( $R^2 = 0,63^{***}$  ;  $0,71^{***}$  et  $0,56^{***}$ ). Toute action visant à améliorer ces différents paramètres morphologiques pourra permettre d'augmenter significativement le rendement en biomasse fourragère de l'espèce.





**Figure 3:** Corrélation entre les paramètres morphologiques et la biomasse fourragère : hauteur des touffes (A), longueur des feuilles (B), largeur des feuilles (C), diamètre des tiges (D), nombre de tiges par touffe (E) et nombre de feuille par talle (F)

## DISCUSSION

**Effet de la fertilisation minérale sur la production de biomasse fourragère des différents écotypes de *P. maximum* :** Les résultats observés au cours de nos travaux ressortent l'effet significatif de la fertilisation minérale sur le rendement en biomasse fourragère. La biomasse sèche des différents écotypes de *Panicum maximum* étaient significativement plus élevées dans les parcelles fertilisées. Ce résultat s'explique par l'influence directe des nutriments apportés par la fertilisation sur la croissance et le développement de la plante. L'azote, en particulier, essentiel à la synthèse des protéines et de la chlorophylle, joue un rôle clé dans la régulation de la croissance cellulaire, active les enzymes impliquées dans le métabolisme des glucides et module l'ouverture des stomates, ce qui favorise la photosynthèse et la croissance de la plante (Zhao *et al.*, 2020 ; Li *et al.*, 2024). Il stimule l'activation des bourgeons dormants et augmente le renouvellement des talles (Li, 2016 ; Umami *et al.*, 2018 ; Sana, 2015), accélère l'émergence des feuilles en raison de son effet sur l'activité des tissus méristématiques (Pamo *et al.*, 2008), favorisant ainsi la productivité fourragère. De surcroît, le phosphore intervient dans l'activité méristématique et dans le développement racinaire, alors que le potassium, favorise l'expansion cellulaire et le maintien de la turgescence, contribuant tous à une meilleure phytomorphogénèse globale (Egbe *et al.*, 2026). Ces réponses physiologiques améliorent la capacité de la plante à produire de la biomasse, car l'énergie générée par la photosynthèse est utilisée plus efficacement pour la formation et la croissance des parties aériennes. Différentes études ont montré que la fertilisation azotée accélère la croissance des plantes en entraînant une importante augmentation de la biomasse (Lawlor *et al.*, 2001 ; Tendonkeng *et al.*, 2011). Les valeurs de biomasse retrouvées dans nos essais sont inférieures à celles observées par Olaafa *et al.*

(2005) qui ont enregistré des valeurs variant entre 12t MS/ha et 18,65 t MS/ha. Koumessi *et al.*, (2024) ont observé sur les mêmes variétés de *P. maximum* à Avétonou, des rendements variant de  $3,17 \pm 0,11$  à  $7,13 \pm 0,88$  tMS/ha sans fertilisation. Les résultats observés dans nos travaux sont comparables à ceux de Gomgnimbou *et al* (2024) qui ont rapporté des rendements de 5277,78 kgMS/ha pour la parcelle ayant reçu 100 Kg/ha de NPK + 50 Kg/ha d'Urée contre 3888,89 kgMS/ha pour le témoin absolu (sans fertilisant). Il faut noter que cet auteur a effectué une seule coupe au stade paille. Par ailleurs Adane *et al.* (2022) ont rapporté des productions de 20 à 30 tonnes de matière sèche par hectare et par an. Picard *et al.* (1973) ont obtenu en première année avec trois coupes de *Panicum maximum* un rendement de 11,7 t/ha sans engrais minéraux et 13,7 t/ha avec applications d'engrais minéraux (150 kg/ha de N, 33 kg/ha de P et 125 kg/ha de K). Ces différences observées s'expliquent par plusieurs facteurs qui sont d'ordre technique (nombre de coupe, stade de coupe, fertilisation...), génétique (variétés) et environnemental (climat et sol). Le nombre de coupes par an est un facteur important susceptible d'augmenter le rendement. En effet, deux coupes ont été effectuées dans nos travaux. Par contre, Gomgnimbou *et al* (2024) ont effectué une seule coupe au stade paille et Picard *et al* (1973) en ont effectué trois coupes. Par ailleurs, la production de biomasse est le résultat d'interactions complexes entre différents processus physiologiques. La plupart de ces processus sont affectés négativement par le stress causé par la sécheresse ou les inondations (Saud *et al.*, 2017 ; Silva *et al.*, 2020 ; Viciado *et al.*, 2020). Les facteurs qui contribuent à l'amélioration de la productivité d'une espèce végétale, outre la fertilisation et le nombre de coupe, sont les conditions pédo-climatiques.

En effet, le site de Bassar a connu des déficits pluviométriques. A Bassar, le cumul

pluviométrique enregistré entre la date d'application du NPK et la première coupe est de 278,8 mm. Il est de 6,1mm entre la date d'application de l'urée et la deuxième coupe. Par contre, la pluviométrie à Kolokopé a été relativement normale après apport de NPK (480,6 mm de pluie entre la date d'application du NPK et la première coupe). Cependant, la parcelle a été victime de plusieurs dévastations par les animaux de la station. De surcroît, après l'apport de l'urée durant la deuxième décennie du mois d'octobre, la quantité de pluie enregistrée est de 40,6 mm. Les plants n'ont pas bénéficié des conditions pluviométriques nécessaires pour la valorisation optimale des éléments nutritifs apportés par les fertilisations. L'écart entre les biomasses obtenues sur les deux sites explique mieux l'effet de la pluviométrie qui a été plus déficitaire à Bassar. Ces faits nous interpellent à prendre en considération deux autres facteurs pour la réussite d'une parcelle fourragère à savoir la maîtrise de l'eau et la sécurisation des parcelles en termes de clôture. En effet la disponibilité en eau constitue un facteur important pour la réussite d'une parcelle fourragère. Son importance sur la productivité du *P. maximum* a été rapportée dans plusieurs travaux (Ahmed, 2019 ; Bonfim-Silva *et al.* , 2022 ; Rabiél *et al.* , 2025 ; Sana, 2015). En effet Ezenwa *et al.* (1995) et Barnes (1996) ont rapporté que la variabilité temporaire de la pluviométrie influence fortement la production fourragère. Dans ce contexte, Sana(2015) a observé des variations de biomasse variant suivant la pluviométrie des zones. Les biomasses moyennes des zones arrosées ont varié entre 15000 kg MS/ha et 18591 kgMS/ha. Dans la zone à moyenne pluviosité il a obtenu 8827 kgMS/ha), et 6700 kgMS/ha dans la zone à faible pluviométrie. La pluviométrie agit sur la productivité de l'espèce par l'efficacité de son action sur les paramètres morphologiques. Bonfim-Silva *et al.* (2022), Ahmed (2019) et Veras (2020) ont rapporté l'effet de

l'alimentation en eau du *Panicum maximum* sur les paramètres morphologiques de la plante tels que la hauteur des plants, la surface foliaire et le tallage. Ces paramètres qui constituent des composantes importantes de la production en biomasse fourragères sont souvent influencés par la disponibilité en eau du sol. En cas de déficit hydrique, les plantes mettent en œuvre des mécanismes pour lutter contre la déshydratation (Rabiél *et al.* , 2025). Dans un premier temps, elles augmentent leur teneur en acide abscissique et synthétisent des protéines de stress qui protègent les membranes cellulaires et participent à la régulation osmotique (Farooq *et al.* , 2009 ; Kalaji et Loboda, 2010 ; Rabiél *et al.* , 2025), puis, en raison de la concentration en acide abscissique, la croissance des pousses est inhibée (Staniak et Kocoń, 2015 ; Rabiél *et al.* , 2025), ce qui a un effet direct sur la hauteur des plantes et par conséquent, la production de biomasse fourragère. Cependant, les valeurs de biomasse obtenues dans nos travaux en dépit des conditions de faible pluviométrie dénotent bien de la résistance de cette espèce au stress hydrique.

Par ailleurs les types de sols observés diffèrent suivant les sites dans leur composition en éléments nutritifs quand bien même les résultats d'analyses des sols que nous utilisons ici sont anciens. Ces sols diffèrent de par leur capacité d'échange cationique qui est un indicateur de la fertilité des sols (Rabiél *et al.* , 2025). Les sols dont la capacité d'échange cationique est très faible,( inférieure à 10 cmol kg) comme le cas du site de Bassar, ont tendance à contenir peu de matière organique et à perdre rapidement leurs nutriments par lessivage (Egeru *et al.* , 2019). De ce fait, il est difficile de maintenir la productivité fourragère sans applications régulières d'engrais (Egeru *et al.* , 2019). L'importance de la biomasse fourragère réside dans sa composition en feuille et tige. En effet, le rapport feuille sur tige a varié suivant les variétés de *Panicum maximum* et la fertilisation minérale. Les

faibles valeurs feuilles sur tige enregistrées à Kolokopé sont dues à l'intrusion de quelques animaux dans les parcelles. Le rapport feuille sur tige est un paramètre génétique et relativement élevé chez les écotypes 1 et 2 qui sont des variétés améliorées. Pour ces deux écotypes, le rapport feuille sur tige est au-dessus de 1. Par contre ce rapport F/T est faible pour l'écotype 3. Ces résultats concordent à ceux observés par Koumessi *et al.* (2024) qui ont rapporté pour ces mêmes écotypes des rapports feuilles sur tige de  $1,26 \pm 0,09$ ;  $1,02 \pm 0,11$  et  $0,56 \pm 0,02$  respectivement pour les écotypes 1, 2 et 3. Veras *et al.*, (2020) ont rapporté les valeurs de 3,1 ; 3 ; 1.9 ; 2.7 ; 2.6

et 3.4 respectivement pour les cultivars Massai, Tanzânia, Aruana, , Zuri, , Mombaça et Tamani. Ce rapport feuille sur tige est lié au nombre de talle par touffe, au diamètre des talles et à la hauteur des touffes. Le rapport feuille sur tige de l'espèce est un indicateur de la valeur alimentaire de cette espèce. Une valeur élevée de ce rapport améliore la valeur alimentaire (la digestibilité) et donc occasionne moins de refus au pâturage (Duru *et al.*, 1989 ; Bulgden et Dieng, 1997; ). Par contre lorsque la proportion des feuilles est faible par rapport aux tiges au niveau des fourrages sa valeur alimentaire baisse (Kabore-Zoungana, 1995).

## CONCLUSION ET APPLICATION DES RESULTATS

Les trois différents écotypes de *P. maximum* sont bien adaptés aux deux zones à climat contrasté. Un apport de fumure minérale à l'espèce *P. maximum* en culture fourragère accroît de façon significative son rendement en matière sèche. Cependant, il convient de souligner que l'efficacité de cette réponse positive de l'espèce à la fumure est étroitement liée comme toute culture pluviale aux aléas climatiques et surtout à la répartition spatio-temporelle des pluies. Les conditions du sol et l'humidité ont été des facteurs déterminants pour les performances du *P. maximum* sur les deux sites. Ces résultats soulignent

l'importance de l'amélioration de la fertilité du sol et de la maîtrise de l'eau comme interventions visant à optimiser les performances de cette espèce et à maintenir son rôle de ressource fourragère clé dans divers environnements. Une étude sur la rentabilité économique et financière de la fertilisation minérale est en cours en vue de voir si un apport de l'urée après chaque coupe pourra être bénéfique pour l'éleveur. Cette activité devra être mise à l'échelle en milieu paysan pour dissuader les agro-pasteurs à l'utilisation de la fertilisation minérale en production fourragère.

## RÉFÉRENCES

- Adane, A., 2022. Effects of Cultivar and Harvesting Age on Morphological Characteristics, Yield and Nutritive Values of Guinea Grass (*Panicum Maximum*) Grown under Irrigation Condition in Different Locations of Western Amhara Region, Ethiopia.
- Adjolohoun, S., Bindelle, J., Adandedjan, C., Toléba, S.S., Houinato, M., Kindomihou, V., Nonfon, W.R.V., Sinsin B., 2013. Influence de l'écartement et de la fertilisation azotée sur le rendement et la qualité des semences de *Brachiaria ruziziensis* en climat tropical sub-humide . Fourrages (2013) 216, 339-345
- Adjolohoun S., Bindelle J., Adandedjan C., et Buldgen A., 2008. Some suitable grasses and legumes for ley pastures in Sudanian Africa: the case of the Borgou region in Benin. Biotechnology, Agronomy, Society, and Environment. 12 (4): 405-419.
- Adjolohoun S., Dahouda M., Adandédjan C., Toleba S.S., Houinato M., Nonfon R. et Sinsin B., 2012. Diversité et caractérisation morphologique des écotypes de l'espèce fourragère

- Panicum maximum* au Bénin. Int. J. Biol. Chem. Sci. 6(5): 2043-2054.
- Ahmed, S.A. (2019) Effects of NPK 15:15:15 Rates on Forage Yield, Quality of *Brachiaria ruziziensis* and Performance of Yankasa Rams Fed on *Brachiaria*: Concentrate Ration. Dissertation, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ahmadu Bello University, 118 p.
- Ball D. ; Collins M. ; Lacefield G.; Martin N. ; Mertens D. ; Olson K. ; Putnam D. ; Undersander D.; Wolf M., 2001. Understanding forage quality. American farm bureau federation publication 1-01, Park Ridge.
- Barnes P., 1996. Research note: Dry matter production and chemical composition of introduced forages at two moist savannah sites in Ghana Tropical Grasslands volume 30 pp 418-421.
- Bonfim-Silva, E. M., Oliveira, N. P. R., Mazeró, H. M., Alves, D. J., Oliveira, J. R., Silva, T. J. A., 2022: Production and morphophysiological responses of *Panicum maximum* cv. BRS Zuri to water availability. AJCS 16(11):1203-1211. doi: 10.21475/ajcs.22.16.11.p3703.
- Buldgen A. et Dieng A., 1997. *Andropogon gayanus* var. *bisquamulatus*. Une culture fourragère pour les régions tropicales. Les presses agronomiques de Gembloux. Administration Gnanisation *Gyanus* var. *bisau* Développement (Belgique), 171 p.
- Cameron, A. B., 2020. Effects of sewage effluent on soil constraints in the Tamworth Region of New South Wales. Report, ENG4111/ENG4112 Research Project P94,
- César J., 2005. La culture fourragère à base de *Panicum maximum*. CIRDES/CIRAD. Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. Fiche N°15, 8 p.
- Costa, K.A.d.P., Severiano, E.d.C., Simon, G.A., Epifanio, P.S., Silva, A.G.d., Costa, R.R.G.F., *et al* . (2014) Nutritional Characteristics of *Brachiaria brizantha* Cultivars Subjected to Different Intensities Cutting. American Journal of Plant Sciences , 5, 1961-1972. <https://doi.org/10.4236/ajps.2014.513210>
- Dincă, L.C.; Grenni, P.; Onet, C.; Onet, A. Fertilization and soil microbial community: A review. Appl. Sci. 2022, 12, 1198.
- Duru M., Sos L., Viard R., Colomban H., 1989. Dynamique de tallage et type de talles au printemps. Cas du dactyle de prairies permanentes. Fourrages 117, pp 17-28.
- Egbe, E. A., Wirbe, M. M. C., Solange, S.N.M., Yong, F.E., Ntane, O.A., Anjoh, F.A., 2026. Balancing Biomass Yield and Nutritional Quality of *Brachiaria ruziziensis* through NPK (20:10:10) Fertilization in Cameroon's Humid Tropics. American Journal of Plant Sciences, 17(2), 152-165.
- Egeru A., Wasonga O., Gabiri G. , MacOpiyo L., Mburu J., et Majaliwa J.G.M. (2019): Land Cover and Soil Properties Influence on Forage Quantity in a Semiarid Region in East Africa, Applied and Environmental Soil Science 2019: 6-9. <https://doi.org/10.1155/2019/6874268>
- Ezenwa I., Reynolds L., , Aken'Ova M. E., Atta-Krah A. N. and Cobbina J., 1995. Cutting management of alley cropped *leucaena/gliricidia* –Guinea grass mixtures for forage production in south western Nigeria. Agroforest Syst 29 ,9–20. <https://doi.org/10.1007/BF00711278>
- FAO, 2017 : Revue des filières bétail/viande & lait et des politiques qui les influencent au Togo. <http://www.fao.org/3/a-i5274f.pdf>.

- Farooq M, A.Wahid, Kobayashi N, Fujita D, Basra SMA (2009) Review article Plant drought stress : effects, mechanisms and management. *Agron Sustain Dev.* 29: 185–212.
- Guenni, O., Seiter, S. and Figueroa, R. (2008) Growth Responses of Three *Brachiaria* Species to Light Intensity. *Tropical Grasslands* , 42, 75-87.
- Gomgnimbou A. P.K., Sanon A., Coulibaly K.3, Sanou W., Dembele B., Fofana S., Nacro B. H., 2024. Amélioration de la production de biomasse de *Panicum maximum* Jacq. C1 sous effets combinés de la densité des éclats de souches et de la fertilisation organo-minérale à l'ouest du Burkina Faso. *Journal of Applied Biosciences* 201: 21330 – 21344.
- Hu Y., Jingping Y., Yamin L., et Junjun H., 2014.SPAD value and nitrogen nutrition index for the Evaluation of Rice Nitrogen Status. *Plant Produ.Sci*, 17 (1): 81-92.
- Jiang, L.; Cheng, H.; Peng, Y.; Sun, T.; Gao, Y.; Wang, R.; Ma, Y.; Yang, J.; Yu, Q.; Zhang, H.; *et al.* Relative role of soil nutrients vs. carbon availability on soil carbon mineralization in grassland receiving long-term N addition.*Soil Till. Res.* 2024, 235, 105864.
- Kabore-Zoungrana C. Y., 1995. Composition chimique et valeur nutritive des herbacées et ligneux des pâturages naturels soudaniens et des sous-produits du Burkina Faso. Thèse d'Etat Doctorat ès Science Naturelles, Université de Ouagadougou, Burkina Faso. 224p + annexes.
- Kalaji, M.H et Łoboda T (2010) Chlorophyll fluorescence in the studies of the physiological condition of plants. *SGGW, Warsaw*, p. 116.
- Kintche K. (2011) : Analyse et modélisation de l'évolution des indicateurs de la fertilité des sols cultivés en zone cotonnière du Togo. Thèse, Université de Bourgogne, 192 P.
- Koumessi K.L., Nenonene A.Y., Seme K., Kossoga K.A. (2024) : Caractérisation agronomique de cinq écotypes de *Panicum maximum* à la station d'Avétonou (Togo). Actes des JSIL-2024, XXème édition, pp 43-53.
- Lawlor, D.W., Lemaire, G., Gastal, F. (2001). Nitrogen, Plant Growth and Crop Yield. In: Lea, P.J., Morot-Gaudry, JF. (eds) *Plant Nitrogen*. Springer, Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-04064-5\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-662-04064-5_13).
- Li, X., Xia, K., Liang, Z., Chen, K., Gao, C. and Zhang, M. (2016): MicroRNA393 Is Involved in Nitrogen-Promoted Rice Tillering through Regulation of Auxin Signal Transduction in Axillary Buds. *Nature Publishing Group*, 1-12.
- Li, D.; Wang, J.; Chen, R.; Chen, J.; Zong, J.; Li, L.; Hao, D.; Guo, H. (2024) Nitrogen acquisition, assimilation, and seasonal cycling in perennial grasses. *Plant Sci.* 2024, 342, 112054.
- Olaafa M., Ehouinsou M., Aboh A. B., Brun A. (2005). Productivité, appétibilité et préférence relative de sept cultivars de l'herbe de Guinée (*Panicum maximum*) sur terre de barre dégradée. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin* Numéro 49 Septembre 2005 P27-34
- Paciullo D. S. C., Gomide C. A. M., Castro C. R. T., Mauricio R. M., Fernandes P. B. and Morenz M. J. F. (2016) : Morphogenesis, biomass and nutritive value of *Panicum maximum* under different shade levels and fertilizer nitrogen rates, *Grass and Forage Science*, 72, 590–600. Doi:10.1111/gfs.12264.
- Pamo, T.E., Boukila, B., Meduke, C.N. and Tendonkeng, F. (2008) Effect of Nitrogen Fertilization and Cutting Frequency on the Yield and Regrowth

- of *Panicum maximum* Jacq. in West Cameroon. In: Xie, H. and Huang, J., Eds., XXI International Grassland Congress /VIII International Rangeland Congress, P.354.
- Pernes J., René-Chaume R., René J., Letenne UR L., Roberge G., Messenger J.L., 1975. *Panicum maximum* Jacq. et l'intensification fourragère en Côte d'Ivoire. Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, 28 : 239-264.
- Picard D., Fillonneau C., Bonzon B., Hainnauxg., Sicot M., Talineauj-C., 1973. Comportement de quelques plantes fourragères en Côte d'Ivoire en fonction des différents modes d'exploitation. Cahiers de l'ORSTOM, série biologie, spécial agronomie, 19 :3-14.
- Rabiel, K.E. , Leonard, L.D. and Wilson, W.C., 2025. Morphological Characterisation of *Panicum maximum* (Guinea Grass) Across Selected Agro-ecological Zones of Tanzania. Journal of Plant Sciences, 13, ( 6): 238–248. <https://doi.org/10.11648/j.jps.20251306.15>.
- Roberge G., Toutain B., 1999. Cultures fourragères tropicales. Coll. Repères, Editions Quae, Paris, France, 369p.
- Rüdenauer M., Dovie A., 1981. L'économie de la production fourragère sur des pâturages choisis du CREAT. Trypanotolérance et Production Animale, 2: 5.
- Sana Y. (2015) : Production de *Panicum maximum* Jacq. Cultivar C1 et valorisation en alimentation animale au Burkina Faso. Thèse, Université Polytechnique de Bobo – Dioulasso, 163P.
- Sardans, J. and Penuelas, J. (2021) Potassium Control of Plant Functions: Ecological and Agricultural Implications. Plants , 10, Article No. 419. <https://doi.org/10.3390/plants10020419>
- Saud S, Fahad S, Yajun C, Ihsan MZ, Hammad HM, Nasim W, Amanullah, Arif M, Alharby H (2017) Effects of nitrogen supply on water stress and recovery mechanisms in Kentucky bluegrass plants. Frontiers in Plant Science. 8: 1–18. doi:10.3389/fpls.2017.00983.
- Sawadogo T. B. E. , Kere M., Zampaligre N., Traore C. T., Some S. (2021) : Effet de la fertilisation minérale sur la production de biomasse fourragère et la valeur nutritive de l'herbe de guinée (*Megathyrus maximus* cv. "C1"). Science et technique, Sciences Naturelles et Appliquées, 40, (2) :126-137.
- Silva TRC, Bonfim-Silva EM, Silva TJA, Alves EAR, Vieira JJ, Pereira AFF (2020) Yield Component Responses of the *Brachiaria brizantha* Forage Grass to Soil Water Availability in the Brazilian Cerrado. Agriculture. 10:10-13. doi:10.3390/agriculture10010013.
- Staniak M. et Kocoń A. (2015) Forage grasses under drought stress in conditions of Poland. Acta Physiologiae Plantarum. 37. doi: 10.1007/s11738-015-1864-1.
- Tendonkeng F., Boukila B., Pamo T. E., Mboko A.V., et Matumuini n. E. F., 2011. Effets direct et résiduel de différents niveaux de fertilisation azotée sur la croissance et le rendement de *Brachiaria ruziziensis* à différents stades phénologiques. Tropicultura. 29(4) : 197- 204.
- Umami, N., Kusuma, A.H.I. and Noviandi, C.T. (2018) Growth, Production and Seed Quality of *Brachiaria brizantha* cv. Mg 5 under Different Planting Space. Buletin Peternakan, 42, 210-214. <https://doi.org/10.21059/buletinpeternak.v42i3.12803>.

- Veras E. L. L., Difante G. S., Gurgel A. L. C., Graciano da Costa A. B., Rodrigues J. G., Costa C. M., Neto J. V. E., Pereira M. and Costa P. R., 2020 . Tillering and Structural Characteristics of Panicum Cultivars in the Brazilian Semiarid Region. Sustainability, 12, 3849; doi:10.3390/su12093849.
- Viciedo, D.O., Prado, R.M., Toledo, R.L., Aguilar, D.S., Santos, L.C.N., Hurtado, A.C., Calzada, K.P., Aguilar, C.B. (2020) Physiological role of silicon in radish seedlings under ammonium toxicity. Journal of the Science of Food and Agriculture. 1:1-3. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10587>.
- Yolcu, H., Gunes, A., Dasci, M., Turan, M. and Serin, Y. (2010) The Effects of Solid, Liquid and Combined Cattle Manure Applications on the Yield, Quality and Mineral Contents of Common Vetch and Barley Intercropping Mixture. Ekoloji, 19, 71-81. <https://doi.org/10.5053/ekoloji.2010.7510>
- Zhao, H.; Sun, S.; Zhang, L.; Yang, J.; Wang, Z.; Ma, F.; Li, M. Carbohydrate metabolism and transport in apple roots under nitrogen deficiency. Plant Physiol. Biochem. 2020, 155, 455–463.