

Prédiction phénologique du *Panicum maximum* local au Sud du Bénin

Alex Gbêliho ZOFFOUN¹, Oyéniran Thierry La Fronde OFFOUMON², Hamidou Abdou SOULE¹,
Yaya IDRISOU² et Sorébou Hilaire SANNI WOROGO^{2*}

¹ Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB), Laboratoire d'Appui à la Santé et à la Nutrition Animale et Halieutique (LASNAH), 01 BP 884, Cotonou, Bénin

² Université de Parakou, Faculté d'Agronomie (FA), Laboratoire d'Ecologie, Santé et Production Animales (LESPA), 01 BP 123, Parakou, Bénin

(Reçu le 08 Février 2022 ; Accepté le 04 Avril 2022)

* Correspondance, courriel : hilaiov@gmail.com

Résumé

La phénologie est un outil qui permet de mieux appréhender les phases d'évolution d'une espèce végétale donnée. L'objectif de cette étude est d'évaluer les différentes phases phénologiques de *P. maximum* pour son utilisation efficiente comme culture fourragère énergétique dans la Ferme d'Élevage de Kpinnou au Sud du Bénin. Des plants de *P. maximum* ont été repiqués avec un écartement de 50 cm x 50 cm. Les données collectées ont porté sur les paramètres racinaires et ceux liés aux talles des plants pendant une durée de quatre mois. Celles-ci ont permis de déterminer les corrélations entre les différents paramètres considérés ainsi que des équations de régression pour la prédiction de la biomasse de *P. maximum*. Les résultats ont montré que le poids frais des talles et le nombre de racines étaient significativement plus corrélés positivement ($p < 0,001$), tandis que la plus faible corrélation a été observée entre la teneur en matière sèche des talles et la teneur en matière sèche des racines. Les meilleures équations de prédictions de la production de biomasse de *P. maximum* ont été obtenues avec la longueur des racines ($y = 12,367\ln(x) - 17,069$; $R^2 = 0,8517$) puis avec le poids frais des talles ($y = 467,48\ln(x) - 1239,6$; $R^2 = 0,7391$) pour une période allant jusqu'à quatre mois. Il en résulte que les résultats de cette étude peuvent être utilisés pour une gestion optimale de *P. maximum* dans l'alimentation des animaux.

Mots-clés : fourrages, croissance, racines, talles, *P. maximum*, Bénin.

Abstract

Phenological prediction of the local *Panicum maximum* in southern Benin

Phenology is a tool that enables to better understand the growth of a given plant species. The objective of this study is to evaluate the different phenological phases of *P. maximum* for its efficient use as an energy fodder crop at the Kpinnou Livestock Farm in southern Benin. Plants of *P. maximum* were transplanted with a spacing of 50 cm x 50 cm. The data collected related to the root parameters and those related to the tillers of the plants for a period of four months. These enabled to determine the correlations between the various parameters considered as well as regression equations for the prediction of the biomass of *P. maximum*. The results showed that tiller fresh weight and root number were significantly more positively correlated

($p < 0.001$), while the lowest correlation was observed between tiller dry matter content and root dry matter content. The best prediction equations for the biomass production of *P. maximum* were obtained with the length of the roots ($y = 12.367\ln(x) - 17.069$; $R^2 = 0.8517$) then with the fresh weight of the tillers ($y = 467.48\ln(x) - 1239.6$; $R^2 = 0.7391$) for up to four months. As a result, these findings can be used for optimal management of *P. maximum* in animal feed.

Keywords : *forage, growth, roots, tiller, P. maximum, Benin.*

1. Introduction

Les cultures fourragères occupent une place importante dans l'alimentation du bétail et l'utilisation de la biomasse végétale comme source d'énergie présente de nombreux avantages. Aussi de nombreuses graminées tropicales ont-elles un excellent potentiel en tant que cultures énergétiques, principalement lorsqu'il s'agit de source d'énergie renouvelable [1]. L'utilisation de *Panicum maximum* (herbe de Guinée) constitue une alternative comme source d'énergie, en raison de ses rendements élevés et la dissémination des graines. Cette espèce est souvent considérée comme l'une des meilleures espèces utilisées dans l'alimentation des ruminants pour la production de viande bovine [2 - 4]. Elle s'impose généralement dans la zone où elle est distribuée et a une production élevée de feuilles et de graines. De plus, elle est très appétissante pour le gibier et le bétail. Elle est largement cultivée comme pâturage et est surtout utilisé pour faire du foin de bonne qualité. S'il reçoit suffisamment d'eau, il se développe rapidement et se produit en abondance. Au Bénin, *P. maximum* est utilisé dans plusieurs études dans l'alimentation des ruminants [4 - 6]. Cependant, les connaissances sur la croissance et le développement de cette espèce restent encore très limitées dans l'environnement climatique du Bénin [7, 8], limitant ainsi son utilisation rationnelle dans l'affouragement des animaux. Il s'avère ainsi indispensable que le comportement phénologique de *P. maximum* soit exploré pour jeter les bases d'une meilleure utilisation de l'espèce. En effet, les études phénologiques permettent d'évaluer les relations entre les facteurs environnementaux et les phénomènes périodiques des plantes et d'en établir des modèles [8 - 11]. Elle joue donc un excellent rôle écologique dans la mesure où elle permet une meilleure compréhension des espèces végétales, leur dynamique ainsi que les stratégies potentielles pour une meilleure gestion [4, 10 - 13]. De plus ; la maîtrise, l'amélioration de la productivité et de la qualité des cultures fourragères doivent aboutir à l'augmentation de la productivité du bétail et à un meilleur comportement du bétail sur pâturage et par ricochet une gestion plus rationnelle des parcours et des animaux. L'objectif de cette étude est d'évaluer la production de biomasse souterraine de *P. maximum* dans les conditions climatiques du Sud Bénin.

2. Méthodologie

2-1. Milieu d'étude

L'essai a été conduit sur la ferme d'élevage de Kpinou dans la Commune d'Athiémé. Entre $6^{\circ}33'22''$ et $6^{\circ}33'76''$ de latitude Nord et $1^{\circ}46'36''$ et $1^{\circ}47'80''$ de longitude Est. Elle couvre une superficie de 380 ha et jouit d'un climat subéquatorial marqué par deux saisons humides et deux saisons sèches. Elle est marquée par une grande saison des pluies qui s'étend d'avril à juillet d'une part puis une petite saison des pluies allant de mi-septembre à mi-novembre et une grande saison sèche allant de mi-novembre à mars et une petite saison sèche allant d'août à mi-Septembre d'autre part. La pluviométrie moyenne annuelle oscille autour de 950mm et les températures annuelles moyennes oscillent autour de 25 à 28 °C. Quant à l'humidité relative, elle demeure élevée tout au long de l'année avec des minima de 40 à 72 % et des maxima de 95 à 97 %. L'insolation moyenne est de l'ordre de 8,18 h.jour⁻¹. La végétation climacique est une forêt dense sèche qui a

laissé aujourd'hui place à une mosaïque de végétation allant des îlots forestiers denses, des fourrés arbustifs et arborés à des formations de jachère en passant par des parcelles fourragères installées de main d'homme. On retrouve trois types de sols à la ferme d'élevage de Kpinnou : les sols alluviaux, les vertisols et les sols ferrugineux tropicaux [16].

2-2. Collecte des données

Une pépinière a été installée à la fin de la grande saison sèche (20 février) avec des semences récoltées sur la ferme. Le repiquage a été fait 5 jours après la levée (28 février) sur une parcelle limono-sableuse de 400 m² avec un écartement de 50 cm x 50 cm. Les observations ont été faites 2 à 3 fois par semaine pendant quatre (4) mois (28 février au 27 juin). Lors de chaque opération, deux à trois touffes ont été choisies aléatoirement puis arrachées manuellement. Les racines ont été rincées à l'eau grâce à un tamis avant d'être mesurées, comptées puis coupées et pesées. Sur la partie aérienne des plants, la longueur, le poids et le nombre de talles ont été déterminés. Les feuilles ainsi que les nœuds par talle ont été comptés puis la longueur et la largeur des feuilles ont été mesurées. Ensuite, quelques échantillons de racines et de talles ont été séchés à 60°C pendant 24 heures dans une étuve ventilée jusqu'à l'obtention de poids constant afin de déterminer leur teneur en matière sèche.

2-3. Analyse statistique

L'ensemble des données collectées a été saisi à l'aide du Tableur Excel 2013 puis importé dans le logiciel statistique Minitab. Pour examiner les corrélations entre les différents paramètres étudiés, le coefficient de corrélation de Spearman ainsi que leurs significativités ont été déterminées. Les équations de prédiction de la production de biomasse ont été également déterminées.

3. Résultats

Les différents paramètres étudiés ainsi que leurs corrélations sont présentés dans le **Tableau 1**. Au total, 81 corrélations ont été établies. Toutes les corrélations ont été positives et significatives ($p < 0,05$; $p < 0,01$; $p < 0,001$) à l'exception de la corrélation entre la matière sèche contenue dans les racines et la matière sèche contenue dans les talles ($r = 0,47$, $p > 0,05$). La plus forte corrélation a été observée entre le nombre de racines de *P. maximum* et le poids frais des talles ($r = 0,98$).

Tableau 1 : Paramètres étudiées et leurs corrélations

| | Age _{pl} (jrs) | Pfr _{rac} | PS _{rac} | % MS racine | Lg _{rac} (cm) | N _{rac} | Pfr _{talle} | PS _{talle} | % MS talle |
|-------------------------------|----------------------------|--------------------|-------------------|----------------|------------------------|------------------|----------------------|---------------------|---------------|
| Age _{pl} (jrs) | 1,00 | | | | | | | | |
| Pfr _{rac} | 0,83 | 1,00 | | | | | | | |
| PS _{rac} | 0,90 | 0,94 | 1,00 | | | | | | |
| % MS racine | 0,69 | 0,49 | 0,63 | 1,00 | | | | | |
| Lg _{rac} (cm) racine | 0,88 | 0,90 | 0,92 | 0,66 | 1,00 | | | | |
| N _{rac} | 0,91 | 0,89 | 0,97 | 0,68 | 0,92 | 1,00 | | | |
| Pfr _{talle} | 0,93 | 0,88 | 0,96 | 0,64 | 0,88 | 0,98 | 1,00 | | |
| PS _{talle} | 0,95 | 0,79 | 0,92 | 0,64 | 0,78 | 0,94 | 0,96 | 1,00 | |
| % MS talle | 0,76 | 0,63 | 0,63 | 0,47 | 0,55 | 0,65 | 0,64 | 0,71 | 1,00 |

Age_{pl} : Age de la plante ; *Pfr_{rac}* : Poids frais des racines ; *PS_{rac}* : Poids sec des racines ; *MS* : Matière sèche ; *Lg_{rac}* : Longueur des racines ; *N_{rac}* : nombre de racines ; *Pfr_{talle}* : Poids frais des talles ; *PS_{talle}* : Poids sec des talles

3-1. Prédiction de la biomasse souterraine de *P. maximum* en fonction des paramètres racinaires

La **Figure 1** présente les modèles de prédiction de la biomasse souterraine du *P. maximum*. Ces modèles ont été développés avec les paramètres tels que le poids frais des racines, le poids sec des racines, la teneur en matière sèche des racines, la longueur des racines ainsi que le nombre de racines. Les coefficients de détermination ont été de 0,49 ; 0,73 ; 0,74 ; 0,75 et 0,85 respectivement pour la teneur en matière sèche des racines (**Figure 1C**); pour le poids frais des racines (**Figure 1A**); pour le poids sec des racines (**Figure 1B**); pour le nombre de racines (**Figure 1E**) et pour la longueur des racines (**Figure 1D**). Ainsi, la longueur des racines et le nombre de racines se présentent comme les meilleurs paramètres à prendre en compte pour estimer la biomasse souterraine de *P. maximum* avec un coefficient de détermination $R^2 = 0,85$ et $R^2 = 0,75$ respectivement.

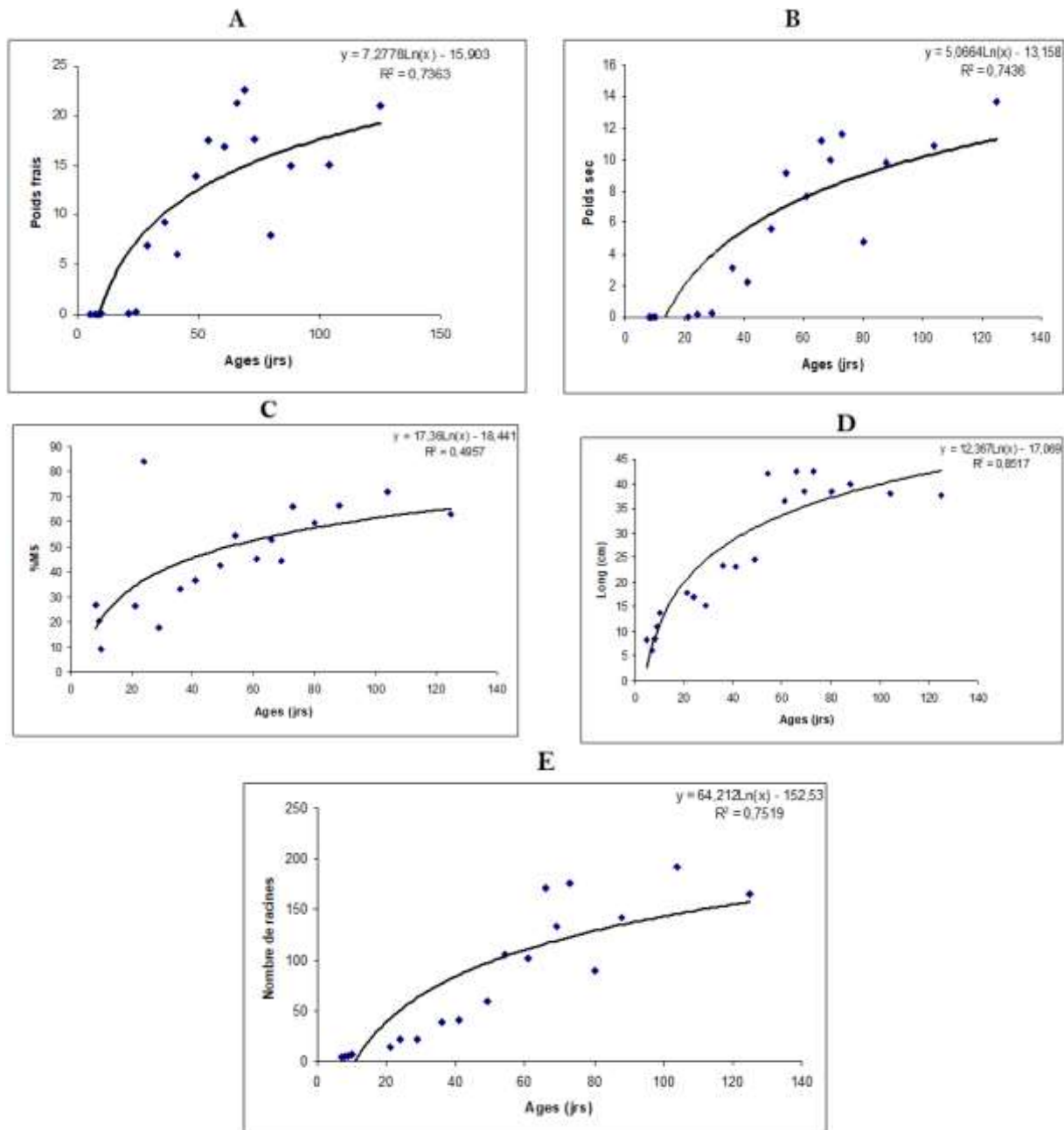


Figure 1 : Modèle de prédiction de la biomasse souterraine de *P. maximum* en fonction du poids frais des racines (A), du poids sec des racines (B), de la teneur en matière sèche des racines (C), de la longueur des racines (D) et du nombre des racines (E)

3-2. Prédiction de la biomasse souterraine de *P. maximum* en fonction des paramètres des talles

Les modèles de prédiction de la biomasse souterraine de *P. maximum* en fonction du poids frais des talles, du poids sec des talles et la teneur en matière sèche des talles se résument dans la figure 2. Les coefficients de détermination ont été de 0,59 pour la teneur en matière sèche des talles (Figure 2C), de 0,67 pour le poids sec des talles (Figure 2A) et de 0,73 pour le poids frais des talles (Figure 2B). L'estimation de la biomasse souterraine de *P. maximum* s'avère plus précise avec le poids frais des talles et le poids sec des talles compte tenu de leurs coefficients de détermination plus élevés ($R^2 = 0,73$ et $R^2 = 0,67$ respectivement) comparativement à leur teneur en matière sèche ($R^2 = 0,59$).

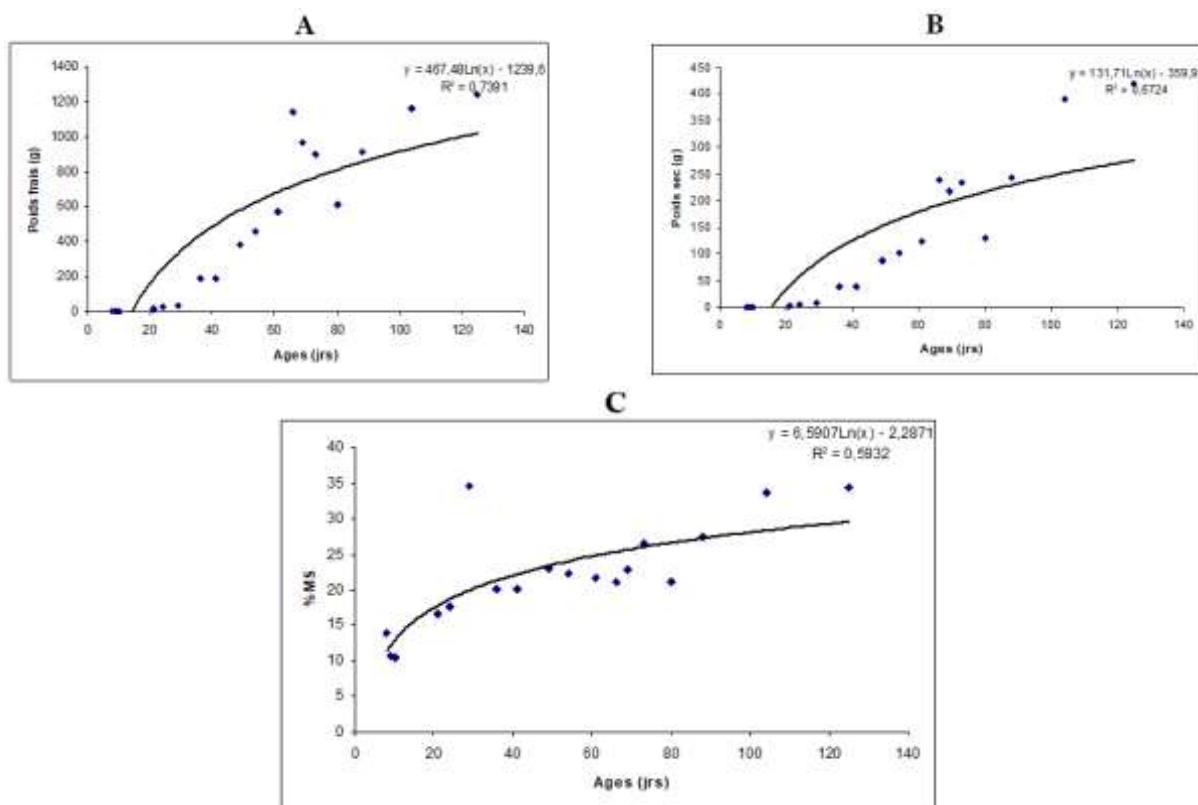


Figure 2 : Modèle de prédiction de la biomasse souterraine de *P. maximum* en fonction du poids frais des talles (A), du poids sec des talles (B) et la teneur en matière sèche des talles (C)

4. Discussion

4-1. Prédiction de la biomasse souterraine de *P. maximum* en fonction des paramètres racinaires

La présente étude s'est intéressée à une exploration phénologique du *Panicum maximum* pour une utilisation plus rationnelle. Ceci est important pour prévenir les incertitudes climatiques, pour amoindrir les déficiences alimentaires surtout dans l'alimentation des ruminants. L'importance de la prise en compte des changements phénologiques des plantes est généralement mentionnée [10, 16, 17] car ces variations entrent dans l'élaboration des stratégies d'adaptation aux changements difficilement mesurables de l'environnement. Les résultats de la présente étude montrent qu'il existe des corrélations entre les paramètres des talles et des racines. Cependant, la matière sèche ne constitue pas un bon indicateur pour exprimer la relation entre les talles et les racines compte tenu de son faible coefficient de détermination. Par contre, la longueur des racines

et le nombre de racines ont présenté de meilleurs coefficients de détermination pour estimer la biomasse souterraine de *P. maximum*. Ils peuvent donc être considérés comme de bons indicateurs pour l'amélioration de la productivité de cette plante dans le milieu d'étude. En effet, les racines acquièrent des nutriments et de l'eau pour la croissance des plantes dans différents biomes terrestres, allant de conditions biophysiques relativement stables à hautement saisonnières [20]. Cependant, ces résultats pourraient être améliorés par la fertilisation du sol dans le milieu car elle facilite l'augmentation de la biomasse souterraine des plantes de prairie [19 - 21]

4-2. Prédications de la biomasse souterraine de *P. maximum* en fonction des paramètres des talles

Les talles jouent un rôle important dans la multiplication végétative de plusieurs espèces fourragères dont le *P. maximum* pour la formation de touffes denses. Ils constituent donc un paramètre important dans l'exploration phénologique de cette espèce dans la présente étude. En effet, les résultats de l'étude ont révélé que la longueur des racines, le nombre de racines, le poids frais des talles ainsi que le poids sec des talles peuvent être utilisés pour l'estimation de la biomasse souterraine du *Panicum maximum*. Bien que n'étant pas la meilleure composante à prendre en compte dans l'estimation de la biomasse souterraine de *P. maximum*, sa teneur en matière sèche est considérée comme l'un des facteurs les plus favorables pour promouvoir l'intensification de sa production favorable dans les régions tropicales [24]. Cependant, la présence et l'évolution des talles sont susceptibles d'être influencées par les périodes (chaude ou pluvieuse), les types de sols. Par exemple les sols mixtes sablo-argileux ou sablo-limoneux permettent d'obtenir un meilleur rendement de talles de *P. maximum* mais peut toutefois s'adapter à plusieurs types de sol [21, 24]. Par ailleurs, *P. maximum* est l'une des espèces les plus importantes pour la production bovine dans les régions tropicales et subtropicales régions, et il répond bien à la fertilisation azotée ainsi qu'à une exploitation dans un environnement sylvo-pastoral [25, 26]. De ce fait, la fertilisation peut être un recours pour améliorer la constitution des talles dans le milieu d'étude. Plus spécifiquement, la fertilisation à l'azote induit une augmentation du nombre de talles [29]. En général, les méthodes d'estimation de la biomasse exprimeraient les relations entre la biomasse réelle et estimée avec des précisions élevées pour mieux cerner la modélisation et la simulation de la croissance de l'espèce [27, 28]. Les estimations doivent donc être fiables dans une variabilité de conditions environnementales et de compositions d'espèces et rester cohérentes parmi les observateurs. Dans l'ensemble, l'approche méthodologique utilisée dans l'étude est fiable.

5. Conclusion

Les modèles de prévision de la biomasse, bien que liés à une étude de cas spécifique, sont un outil d'une utilité considérable. Les résultats deviennent plus significatifs lorsque l'on considère la rareté des études et le manque d'outils disponibles pour estimer la biomasse racinaire des plantes fourragères telles que le *Panicum maximum*. La biomasse souterraine du *P. maximum* peut donc être estimée avec fiabilité par la prise en compte de la longueur des racines, le nombre de racines, le poids frais des talles ainsi que le poids sec des talles. Cependant, les recherches futures pourraient inclure la réplique des mêmes études dans différentes zones agro-écologiques du Bénin tout en tenant compte des tendances et dynamiques saisonnières du milieu.

Références

- [1] - L. JANK, E. LIMA, R. SIMEÃO et R. ANDRADE, « Potential of Panicum maximum as a source of energy », *Trop. Grassl. - Forrajes Trop.*, Vol. 1, (1) (2013) 92 - 94, doi: 10.17138/TGFT
- [2] - S. D. FERNANDES, A. K. B. RAMOS, L. JANK, M. A. CARVALHO, G. B. MARTHA JR et G. J. BRAGA, « Forage yield and nutritive value of Panicum maximum genotypes in the Brazilian savannah », *Scientia Agricola*, 71 (1) (2014) 23 - 29 p.
- [3] - N. MOREL, M. L. SIGNORINI, A. J. MANGOLD, A. A. GUGLIELMONE et S. NAVA, « Strategic control of Rhipicephalus (Boophilus) microplus infestation on beef cattle grazed in Panicum maximum grasses in a subtropical semi-arid region of Argentina », *Prev. Vet. Med.*, Vol. 144 (2017) 179 - 183 p., doi : 10.1016/j.prevetmed.2017.06.006
- [4] - S. Y. IBRAHIMA, A. S. YAOITCHA, P. LESSE, A. B. ABOH et M. R. B. HOUINATO, « Effet de l'implantation des souches de Panicum maximum var. C1 sur l'invasion de Hyptis suaveolens (L.) Poit dans les pâturages naturels au Nord-Béni », *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 15 (1) (2021), doi: 10.4314/ijbcs.v15i1.14
- [5] - M. SENOU, S. S. TOLEBA et C. ADANDEDJAN, « Increased Milk Yield in Borgou Cows in Alternative Feeding Systems », *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 61 (2) (2008) 6 p.
- [6] - X. GBENOU, S. HAMIDOU, Y. AKPO, P. DJENONTIN, H. SIDI et S. BABATOUNDE, « Performances d'engraissement et économique des taurillons métis (Gir x Borgou) complémentés avec la drêche sèche de sorgho au pâturage à Panicum maximum C1 dans le Nord-Bénin », *Afr. Sci. Rev. Int. Sci. Technol.*, 17(4) (2020) 18 - 28 p.
- [7] - A. G. ZOFFOUN *et al.*, « Fiche technique : Affouragement des bovins Girolando sur pâturages artificiels », *Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin*, (2012) 9 p.
- [8] - S. ADJOLOHOUN, M. DAHOUDA, A. C., S. TOLEBA, K. VALENTIN et B. SINSIN, « Evaluation of biomass production and nutritive value of nine Panicum maximum ecotypes in Central region of Benin », *Afr. J. Agric. Res.*, 8 (17) 1661 - 1668 p., 2013, doi: 10.5897/AJAR12.2026
- [9] - A. G. ZOFFOUN, A. B. ABOH, S. ADJOLOHOUN, M. HOUINATO et B. SINSIN, « Effet de l'âge et de l'intensité de pâture sur le développement des touffes et la production de biomasse de Panicum maximum var. C1 dans les pâturages artificiels en zone soudanienne et subéquatoriale », *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, (2013), Consulté le : 20 mars 2022. [En ligne]. Disponible sur : <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v7i3.23>
- [10] - S. ROSBAKH, F. HARTIG, D. V. SANDANOV, E. V. BUKHAROVA, T. K. MILLER et R. B. PRIMACK, « Siberian plants shift their phenology in response to climate change », *Glob. Change Biol.*, 27 (18) 4435 - 4448 p., (2021), doi: 10.1111/gcb.15744
- [11] - C. K. AUGSPURGER et D. N. ZAYA, « Concordance of long-term shifts with climate warming varies among phenological events and herbaceous species », *Ecol. Monogr.*, 90 (4) (2020), doi: 10.1002/ecm.1421
- [12] - M. D. Diallo *et al.*, « Caractérisation de la variabilité des phénophases de cinq espèces végétales sahéliennes dans la zone nord ferlo, sénégal », (2016) 19 p.
- [13] - I. F. LAWIN, K. V. SALAKO, A. B. FANDOHAN et A. E. ASSOGBADJO, « Phénologie de Cola millenii K.Schum. au Bénin », *Biotechnol Agron Soc Env.*, Vol. 25, (2021) 161 - 171 p.
- [14] - G. K. SINASSON SANI, C. M. SHACKLETON et B. SINSIN, « Reproductive phenology of two *Mimusops* species in relation to climate, tree diameter and canopy position in Benin (West Africa) », *Afr. J. Ecol.*, 56 (2) (2018) 323 - 333, doi: 10.1111/aje.12457
- [15] - E. M. WOLKOVICH, B. I. COOK et T. J. DAVIES, « Progress towards an interdisciplinary science of plant phenology : building predictions across space, time and species diversity », *New Phytol.*, 201 (4) (2014) 1156 - 1162, doi: 10.1111/nph.12599
- [16] - A. AZONTONDE, « Etude pédologique de la ferme de Kpinnou ». DRA / MDRAC, Cotonou, Bénin, (1991) 55 p.

- [17] - C. ALEXANDRE, « Estimation de la biomasse fourragère des prairies : apports du couplage entre modèles dynamiques de croissance et imagerie satellitaire : exemple de La Réunion et du Kalahari », phdthesis, Université de la Réunion, (2017). Consulté le : 2 avril 2022. [En ligne]. Disponible sur : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01882044>
- [18] - R. B. BADOU, H. YEDOMONHAN, A. C. ADOMOU et A. AKOEGNINO, « Phénologie florale et productivité de *Panicum guineense* (Willd.) DC. subsp. *macrocarpum* (Myrtaceae) en zone soudano-guinéenne au Bénin », *Int. J. Agric. Res.* (2018) 2466, doi: 10.4314/ijbcs.v11i5.41
- [19] - L. FITZPATRICK, P. J. GIAMBUZZI, A. SPREITZER, B. REIDY, S. M. STILL et C. R. ROLLINSON, « Improving phenology predictions for sparsely observed species through fusion of botanical collections and citizen-science », *Clim. Change Ecol.*, Vol. 2, (2021) 100032 p., doi: 10.1016/j.ecochg.2021.100032
- [20] - Z. MA *et al.*, « Erratum : Evolutionary history resolves global organization of root functional traits », *Nature*, 556 (7699) (2018) 135 - 135 p., doi: 10.1038/nature26163
- [21] - L. AMDOUNI-BOURSIER et R. GOFFAUX, « Stockage du carbone dans les prairies similaires à celles qui sont gérées par les aéroports », 30 p.
- [22] - O. BARTHOLOMÉE, K. GRIGULIS, M.-P. COLACE, C. ARNOLDI et S. LAVOREL, « Methodological uncertainties in estimating carbon storage in temperate forests and grasslands », *Ecol. Indic.*, Vol. 95, (2018) 331 - 342 p., doi : 10.1016/j.ecolind.2018.07.054
- [23] - D. DERRIEN *et al.*, « Stocker du C dans les sols : Quels mécanismes, quelles pratiques agricoles, quels indicateurs ? », *Etude Gest. Sols*, Vol. 23, (2016) 193 p.
- [24] - D. S. C. PACIULLO, C. A. M. GOMIDE, C. R. T. CASTRO, R. M. MAURÍCIO, P. B. FERNANDES et M. J. F. MORENZ, « Morphogenesis, biomass and nutritive value of *Panicum maximum* under different shade levels and fertilizer nitrogen rates », *Grass Forage Sci.*, 72 (3) (2017) 590 - 600 p., doi : 10.1111/gfs.12264
- [25] - Y. SANA, « Production de *Panicum maximum* Jacq. Cultivar C1 et valorisation en alimentation animale au Burkina Faso », Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, (2015)
- [26] - H. D. KLEIN, G. RIPPSTEIN, J. HUGUENIN, B. TOUTAIN et H. GUERIN, *Les cultures fourragères*. éditions Quae, (2013). doi: 10.35690/978-2-7592-2169-1
- [27] - R. L. GONZÁLEZ MARCILLO, W. E. CASTRO GUAMÁN, A. E. GUERRERO PINCAY, P. A. VERA ZAMBRANO, N. R. ORTIZ NAVEDA et S. A. GUAMÁN RIVERA, « Assessment of Guinea Grass *Panicum maximum* under Silvopastoral Systems in Combination with Two Management Systems in Orellana Province, Ecuador », *Agriculture*, 11 (2) (2021) 117 p., doi: 10.3390/agriculture11020117
- [28] - E. C. G. VASCONCELOS, M. J. D. CÂNDIDO, R. C. F. F. POMPEU, A. C. R. CAVALCANTE et M. N. LOPES, « Morphogenesis and biomass production of “BRS Tamani” guinea grass under increasing nitrogen doses », *Pesqui. Agropecuária Bras.*, Vol. 55, (2020) e01235 p., doi: 10.1590/s1678-3921.pab2020.v55.01235
- [29] - A. F. GARCEZ NETO, K. F. GOBBI, J. DA SILVA et T. M. DOS SANTOS, « Tillering and biomass partitioning of Mombasa grass under nitrogen fertilization during regrowth », *Rev. Bras. Zootec.*, 41 (8) (2012) 1824 - 1831, doi: 10.1590/S1516-35982012000800004
- [30] - M. A. S. LARA, C. G. S. PEDREIRA, K. J. BOOTE, B. C. PEDREIRA, L. S. B. MORENO et P. D. ALDERMAN, « Predicting Growth of *Panicum maximum*: An Adaptation of the CROPGRO—Perennial Forage Model », *Agron. J.*, 104 (3) (2012) 600 - 611 p., doi: 10.2134/agronj2011.0272
- [31] - C. H. B. DE A. PRADO, L. H. G. DE CAMARGO-BORTOLIN, É. CASTRO et C. A. MARTINEZ, « Leaf Dynamics of *Panicum maximum* under Future Climatic Changes », *PLOS ONE*, 11 (2) (2016) e0149620 p., doi : 10.1371/journal.pone.0149620