Afrique SCIENCE *29(5) (2026) 129 - 144*
ISSN 1813-548X, http://www.afriquescience.net

Effet de la fertilisation NPK et de la densité de plantation sur la production fourragère et la capacité de charge des pâturages à base de *Andropogon macrophyllus* Stapf (Poaceae) en Côte d'Ivoire

Gouagoua Séverin KOUADJA[1], Beh TRAORÉ[2*], Kouakou Eugène KOUADIO[1], Abdoulaye KEITA[2], Adama BAKAYOKO[3] et Ollo SIB[4]

[1] Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), 01 BP 633 Bouaké, Côte d'Ivoire
[2] Université Nangui ABROGOUA, UFR des Sciences de la Nature, Laboratoire de Biologie et de Cytologie Animales, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire
[3] Université Nangui ABROGOUA, UFR des Sciences de la Nature, Laboratoire de Biodiversité et Gestion Durable des Écosystèmes, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire
[4] CIRAD, UMR SELMET, 01 BP 454 Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso, SELMET, Univ Montpellier, CIRAD, INRAE, Institut Agro, Montpellier, France

(Reçu le 03 Octobre 2025 ; Accepté le 24 Novembre 2025)

* Correspondance, courriel : *traorebeh@gmail.com*

Résumé

Cette étude a été conduite en Côte d'Ivoire afin d'évaluer l'effet de la fertilisation NPK et de la densité de plantation sur la croissance, la production de biomasse et la capacité de charge de *Andropogon macrophyllus* Stapf, une graminée fourragère d'intérêt pour l'alimentation des ruminants. L'essai a consisté à comparer différents traitements combinant fertilisation minérale, densités de plantation et âges de coupe, en vue d'identifier les modalités culturales les plus favorables à l'amélioration de la productivité de l'espèce. Les résultats ont montré que la fertilisation, la densité de plantation et l'âge de coupe influencent significativement les paramètres de croissance et la production de biomasse de *A. macrophyllus*. De manière générale, les traitements fertilisés ont présenté de meilleures performances que les traitements non fertilisés. La coupe réalisée à 60 jours a permis d'obtenir les niveaux de production les plus élevés, quelle que soit la densité considérée. Parmi les modalités testées, la combinaison associant la fertilisation NPK, l'espacement de 40 cm et la coupe à 60 jours s'est révélée la plus performante, avec la meilleure production de biomasse et une capacité de charge estimée à 2,48 UBT/ha. Ces résultats indiquent que l'amélioration de la production fourragère de *A. macrophyllus* peut être obtenue par une gestion culturale appropriée intégrant une fertilisation minérale adaptée, une densité de plantation maîtrisée et un âge de coupe optimal. Cette étude fournit ainsi des bases techniques utiles pour la valorisation de cette espèce dans les systèmes d'élevage en Côte d'Ivoire.

Mots-clés : *Andropogon macrophyllus, fertilisation minérale, densité de plantation, biomasse fourragère, capacité de charge, Côte d'Ivoire.*

Abstract

Effect of NPK fertilization and planting density on forage production and carrying capacity of pastures based on Andropogon macrophyllus Stapf (Poaceae) in Côte d'Ivoire

This study was conducted to evaluate the effect of fertilization and crop density on the biomass production and carrying capacity of *Andrpogon macrophyllus*. To do this, a plot was developed and subdivided into 28 plots of 5.70 m², 14 of which received 160 g of NPK fertilizer (15-15-15) each. 40 cm stump chips were sown at 30 and 40 cm intervals between crops. Then, cuts were taken at 45 and 60 days to determine biomass production and carrying capacity. Growth measurements were also taken every two weeks. The collected data were analyzed using SPSS 20.0 software at the 5% threshold using the ANOVA test and then the Fisher test. The results show that fertilization, seeding density, and cutting age influenced the plant's growth parameters. The best values were obtained with the EN345 treatment for plant height, then EN445 and ES460 for the number of tillers and EN445 for the number of leaves. As for leaf length, it was ES460 followed by EN345, EN445 and SE360. Biomass production was better regardless of the density and cutting age for plants that received fertilization, then for the 60-day cutting regardless of the density. Load capacities were better for the 60-day cutting and the density of 40 cm between plants.

Keywords : *forage, carrying capacity, fertilization, Andropogon, Ivory Coast.*

1. Introduction

En Côte d'Ivoire, on observe une faible productivité des élevages traditionnels de bovins, lesquels représentent environ 96 % de l'effectif national [1]. Cette situation accentue la dépendance du pays vis-à-vis de l'extérieur pour la satisfaction des besoins en protéines animales, notamment en produits carnés et laitiers [2]. Elle a pour conséquence directe l'augmentation du coût de la viande et des produits carnés. Cette faible productivité est liée, entre autres, aux techniques d'élevage et, en particulier, à la disponibilité du fourrage. Or, le fourrage constitue une ressource essentielle en production animale, dont l'importance économique est considérable [3]. Il représente une part importante de la ration journalière du bétail, pouvant atteindre 80 à 100 % selon sa qualité [4] et la capacité financière de l'éleveur. Pour l'alimentation de leurs animaux, les éleveurs exploitent essentiellement les parcours naturels [5 - 7]. Malheureusement, cette ressource n'est pas disponible en quantité et en qualité suffisantes pour couvrir les besoins du bétail tout au long de l'année [8]. En effet, la disponibilité des ressources fourragères sur les parcours naturels dépend fortement des aléas climatiques, de la qualité des sols, de la dégradation de la végétation naturelle et de l'extension des cultures [7, 9]. Cette situation entraîne une réduction croissante des ressources alimentaires pour le bétail, en particulier chez les bovins, dont les besoins journaliers en fourrage varient entre six et dix kilogrammes de matière sèche par jour [10, 11]. Pour lever cette contrainte, plusieurs stratégies sont envisagées afin d'améliorer la sécurité alimentaire et de diversifier les sources de revenus des agriculteurs, des agro-éleveurs et des éleveurs. L'une d'elles repose sur l'intégration agriculture-élevage, notamment par l'introduction de cultures fourragères dans les systèmes de production paysans [12]. Toutefois, avant toute action de mise en place de ces cultures, il importe de procéder à une évaluation rigoureuse des espèces susceptibles d'être intégrées au système agricole [13]. Parmi celles-ci, *Andropogon macrophyllus* a retenu notre attention. *Andropogon macrophyllus* est une espèce de la famille des Poaceae très appréciée des animaux sur les pâturages naturels. Cette plante fourragère peut également jouer un rôle agronomique important dans la protection et l'amélioration de la fertilité des sols [3]. Elle présente ainsi un intérêt certain pour son intégration dans les systèmes agricoles et dans les programmes d'assolement et de production fourragère. Cependant, avant toute vulgarisation, il demeure essentiel de mieux connaître les conditions optimales de son développement. Dans cette perspective, la présente étude a été entreprise afin d'évaluer l'effet de la fertilisation NPK et de la densité de plantation sur la croissance, la production de biomasse et la capacité de charge de *Andropogon macrophyllus* en Côte d'Ivoire.

2. Matériel et méthodes

2-1. Site d'étude

L'étude a été effectuée à la Station de Recherche sur les Productions d'Elevage (SRPEL) du Centre National de la Recherche Agronomique (CNRA) située à Bouaké. Les coordonnées géographiques sont de 07° 45' 00''de latitude Nord et –005° 02' 48'' de longitude Ouest avec une altitude de 348 m.

2-2. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé, est constitué d'éclats de souche de *Andropogon macrophyllus* ***(Figure 1).*** *A. macrophyllus* a été collecté dans les pâturages naturels périurbains de Bouaké et conservé en Station sous forme de collection vivante en vue de l'évaluation de ses performances agronomiques.



Figure 1 : *Eclat de souches de Andropogon macrophyllus*

2-3. Préparation du terrain

Le choix du terrain s'est fait en tenant compte des conditions de développement de *A. macrophyllus*. Une fois le terrain identifié, celui-ci a été nettoyé à l'aide d'une machette, les souches d'arbustes et les mauvaises herbes ont été arrachées à la daba. Ensuite, un piquetage a été réalisé pour le délimiter. Ainsi, la parcelle expérimentale a été installée sur un terrain de pente légère avec une superficie totale de 27,5 m x 5,8 m soit 159,5 m². Puis, le terrain a été divisé en trois blocs (A, B, et C) et chaque bloc a été subdivisé en huit placeaux soit un total de 24 placeaux. Après ce morcellement, le sol a été labouré à l'aide d'une daba afin de le rendre meuble et facile à travailler. Après le labour, le sol a été traité avec des produits phytosanitaires en vue de repousser les termites et d'autres prédateurs.

2-4. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental utilisé est un dispositif en bloc complet randomisé à trois répétitions (Bloc A, Bloc B et Bloc C). Dans ce dispositif, trois facteurs ont été étudiés : l'effet des fertilisants, la densité de culture et l'âge de la coupe sur la croissance et la production de *A. macrophyllus*. Chaque facteur est constitué de deux modalités qui sont l'application ou non d'engrais, les écarts de culture de 30 et 40 cm et les durées de coupe de 45 et 60 jours. Ainsi, pour la modalité application d'engrais, les 24 placeaux ont été répartis en deux groupes. Le premier groupe nommé EN a reçu en une seule application 200 kg/ha d'engrais NPK (15-15-15)

soit 160 g par placeau. Le deuxième groupe nommé SE n'a pas reçu de fertilisation. Au sein de chaque groupe, les deux autres facteurs ont été attribués simultanément et de façon aléatoire comme indiqué dans la ***Figure 2***. En effet, lors des repiquages des plants sur les différents placeaux, un espacement de 40 cm a été maintenu entre les lignes. C'est seulement l'espacement entre les plants qui a varié entre 30 et 40 cm en fonction du traitement qui devrait être appliqué. Ces modalités ont été notées 3 et 4 respectivement pour la densité 30 cm et 40 cm. Deux types de coupes ont été réalisées à savoir les coupes de 45 jours et les coupes de 60 jours dans le but de voir l'impact du facteur temps sur la production de biomasse. Les modalités pour l'âge de coupe ont été notées 45 et 60 pour respectivement l'âge de coupe 45 jours et 60 jours. Ainsi, l'identification de chaque placeau a été un nom alphanumérique de la combinaison des modalités de chaque facteur ***(Figure 2)***.

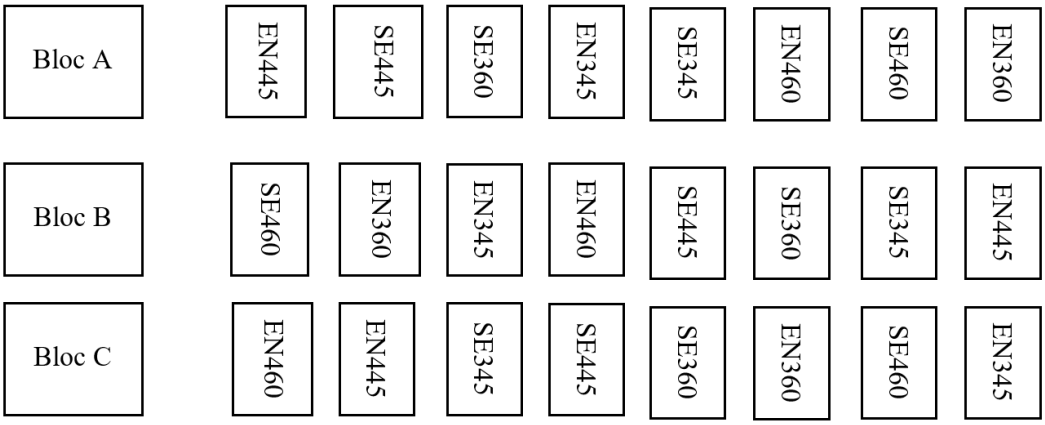


Figure 2 : *Dispositif des différentes lignes et traitements*

Différents traitements utilisés *: EN345= Engrais 30cm entre plants + 45jours avant coupe; EN445= Engrais 40cm entre plants +45 jours avant coupe; EN360= Engrais 30cm entre plants + 60jours avant la coupe; EN460= Engrais 40cm entre plants+ 60 jours avant la coupe; SE345= sans Engrais 30 cm entre les plants +45 jours avant coupe; SE445=Sans Engrais 40 cm entre plants + 45 jours avant coupe; SE360= Sans Engrais 30 cm entre plants + 60jours avant coupe; SE460= Sans Engrais 40cm entre plants + 60 jours avant coupe.*

2-4-1. Repiquage des plants et coupe de régularisation

L'implantation s'est faite lorsque la saison des pluies était bien installée. La meilleure période correspond à la première moitié de la saison des pluies. Le repiquage s'est effectué par éclats de souches à partir des plants récoltés dans les alentours de la ville de Bouaké. La mise en place de la culture s'est faite au jardin botanique du CNRA de Bouaké en une journée. Les éclats de souches sélectionnés sont ceux qui comprenaient de bonnes racines et des bourgeons. Ils mesuraient entre 10 ou 15 cm de longueur. Après le planting, il y'a eu une coupe de régularisation. Cette opération a consisté à mettre tous les plants au même niveau en les coupant à une même hauteur afin de mieux voir leurs évolutions. Dans cette étude, tous les plants ont été coupés à une hauteur de 15 cm avant de débuter les mesures.

2-4-2. Mesure de croissance et comptage des talles

La mesure de croissance et le comptage des talles ont débuté une semaine après la coupe de régularisation et ont été réalisés toutes les semaines. Elle a porté sur la hauteur de la plante, le nombre de feuilles et la longueur des feuilles. Les mesures de croissance ont été faites à l'aide d'une règle graduée. La règle graduée a été posée aux pieds de la plante puis la mesure a été prise à la hauteur la feuille la plus élevée. Pour la longueur de la feuille, la mesure a été prise à partir de la tige. Le comptage des talles, quant à lui, a consisté à additionner chaque semaine les anciennes talles aux nouvelles talles qui apparaissent.

2-4-3. Évaluation de la production de biomasse

L'estimation de la production de biomasse a consisté à récolter intégralement la parcelle utile (coupe des touffes à 15 cm du sol) et à peser le fourrage obtenu après les coupes de 45 et 60 jours. Le pesage de biomasse s'est fait à l'aide d'une balance électronique de précision à 10^{-1}. Il s'est fait en deux étapes : d'abord à l'état humide, ensuite à l'état sec. La biomasse fraîche est pesée sur le terrain à l'instant même où elle est coupée en vue d'éviter une perte en eau. Puis un échantillon du fourrage récolté est séché à l'étuve à 105 °C pendant 24 h pour déterminer la matière sèche (MS).

2-4-4. Évaluation de la capacité de charge

La capacité de charge d'un pâturage est le nombre d'animaux qui peuvent être alimentés par ce pâturage de telle manière que la production atteigne un niveau déterminé tout en préservant la capacité de production des pâturages [14]. Une définition d'un autre auteur [15], considère la capacité de charge comme étant la quantité de bétail que peut supporter un pâturage sans se dégrader, le bétail devant reste en bon état d'entretien, c'est-à-dire prendre du poids et produire de la viande ou du lait. La charge saisonnière, en journées de parcours, est calculée pour une UBT (Unité de Bétail Tropical) consommant 6,25 kg de MS par jour et ne pouvant prélever qu'un tiers de cette biomasse à condition qu'il n'y ait pas de destructions de stock de fourrage par le feu [16]. Les capacités de charge à différentes périodes de l'année peuvent être alors calculées sur la base des phytomasses consommables selon les ***Formules*** ci-dessous :

$$\text{CC (UBT/ha/an)} = \frac{Productivité\left(\frac{kgMS}{ha}\right)xk}{6{,}25\left(\frac{kgMS}{UBT}\right)x durée\ d'utilisation} \quad (1)$$

$$\text{Jp/UBT} = \frac{K \times Quantité\ de\ biomasse\ quantifiée}{6{,}25 kgMS UBT/j} \quad (2)$$

$$\text{Charge saisonnière} = \frac{Jp/UBT}{Nombre\ de\ jours(période\ active)} \quad (3)$$

avec, CC : capacité de charge ; 6,25 exprimant la consommation journalière en kg de MS d'un UBT ; UBT : unité Bétail tropical ; k : coefficient d'utilisation (k=0,35) ; MS : Matière Sèche ; K : la proportion de biomasse que peut prélever le bétail sur un parcours en zone soudanienne estimé à 1/3 [16, 17] *; Jp/UBT : nombre de journées de pâture d'une UBT.*

2-5. Statistiques des données

Les données recueillies ont été saisies à l'ordinateur à partir du tableau Excel et ont fait l'objet d'analyse de variance (ANOVA) à deux facteurs à l'aide du logiciel SPSS 20.0 pour évaluer l'effet de la fertilisation minérale et de la densité sur la croissance et la production de biomasse de *Andropogon macrophyllus*. En cas de différence significative, le test de Fisher au seuil de 5% a été utilisé pour classer les moyennes en groupes homogènes.

3. Résultats

3-1. Effet de la fertilisation, de l'intervalle de coupe et de la densité sur la croissance de *Andropogon macrophyllus* Stapf

Les résultats ont montré que la fertilisation, la densité de plantation et l'âge de coupe ont eu un impact sur les paramètres de croissance des plantes ***(Tableau 1)***. L'analyse de la variance a montré une différence significative entre les traitements ($P \leq 0,05$) sur les paramètres de croissance. La hauteur de la plante et le nombre de feuilles ont été significativement supérieurs pour les plants ayant reçu la fertilisation. Tandis que la longueur des feuilles est meilleure pour les plants n'ayant pas reçu de fertilisant. Concernant la densité de plantation, il n'y avait pas de différence pour la longueur des feuilles. Par contre, le nombre de talles et le nombre de feuille ont été plus élevé pour la densité de semi de 40 cm entre plants. En considérant l'âge de coupe, aucune différence n'a été constatée pour le nombre de talles et la longueur des feuilles. La coupe à 60 jours a donné une plus grande hauteur de plante. En considérant l'ensemble des traitements, de manière générale, la hauteur des plantes a varié de 132,41 cm à 160,16 cm. Le traitement EN345 (Engrais + 30 cm de densité et 45 jours avant coupe) a obtenu la plus grande valeur contrairement au traitement SE445 (Sans Engrais +40 cm entre plants et 45 jours avant coupe) qui a présenté la plus petite valeur ($p < 0.05$).

Tableau 1 : *Effet de la fertilisation NPK, de la densité de plantation et de l'âge de coupe sur les paramètres de croissance de Andropogon macrophyllus Stapf*

Traitements	Hauteur de la plante (cm)	Nombre de talles	Nombre de feuilles	Longueur de Feuille (cm)
EN345	$160,16 \pm 54,16^{d}$	$17,48 \pm 10,08^{ab}$	$81,27 \pm 39,23^{b}$	$98,59 \pm 30,59^{bc}$
EN445	$148,75 \pm 54,68^{b}$	$21,45 \pm 15,69^{c}$	$93,05 \pm 25,47^{c}$	$98,04 \pm 32,26^{bc}$
EN360	$145,75 \pm 54,62^{b}$	$14,10 \pm 1,88^{a}$	$65,51 \pm 31,13^{a}$	$94,35 \pm 34,28^{a}$
EN460	$145,75 \pm 59,87^{b}$	$19,21 \pm 15,30^{d}$	$80,92 \pm 29,27^{b}$	$95,79 \pm 35,18^{ab}$
SE345	$146,10 \pm 51,66^{b}$	$16,27 \pm 14,76^{ab}$	$72,20 \pm 20,54^{ab}$	$96,98 \pm 31,45^{b}$
SE445	$132,41 \pm 48,75^{a}$	$15,28 \pm 12,57^{a}$	$66,03 \pm 14,93^{a}$	$94,60 \pm 31,19^{a}$
SE360	$155,62 \pm 53,50^{c}$	$17,34 \pm 12,10^{ab}$	$78,05 \pm 29,60^{b}$	$99,06 \pm 35,50^{c}$
SE460	$149,72 \pm 50,01^{b}$	$20,08 \pm 12,13^{cd}$	$78,54 \pm 29,96^{b}$	$102,20 \pm 35,23^{d}$
Signification	S	S	S	S

Traitements : EN345 : Engrais+30 cm entre plants +45 jours avant coupe; EN445 : Engrais +40 cm entre plants +45 jours avant coupe; EN360 : Engrais +30 cm entre plants +60 jours avant coupe; EN460 : Engrais +40 cm entre plants +60 jours avant la coupe; SE345 : Sans Engrais+30 cm entre plants +45 jours avant coupe; SE445 : Sans Engrais+40 cm entre plants +45 jours avant coupe; SE360 : Sans Engrais+30 cm entre plants +60 jours avant coupe; SE460 : Sans Engrais+40 cm entre plants +60 jours avant coupe. Les valeurs moyennes indexées des mêmes lettres dans la même colonne ne sont pas statistiquement différentes selon le test de Student Newmann-Keuls au seul de 5%

En comparant les traitements deux à deux sur la base de l'apport ou non d'engrais, les traitements EN345 et EN445 ont présenté une hauteur des plantes supérieure à celles de leurs homologues SE345 et SE445 sans engrais. Cependant, la différence des valeurs obtenues n'est significative qu'entre EN445 et SE445 ($EN445 > SE445$ et $p < 0,05$). Dans le sens opposé, les traitements EN360 et EN460 qui ont reçu un apport d'engrais, ont présenté des hauteurs de plantes inférieures à celles des traitements SE360 et SE460 n'ayant pas reçu d'engrais. Le nombre de talles a également varié d'un traitement à un autre avec pour minimum 14,10 talles (EN360) et un maximum de 21,45 talles (EN445). A l'instar de la hauteur des plantes, la comparaison deux à deux des traitements a montré que le nombre de talles augmente avec la densité de plantation. Par contre, il n'est pas influencé par l'apport de fertilisant et l'âge de coupe. Le nombre de talles

a été plus important pour les traitements EN345 et EN445 contrairement aux traitements SE345 et SE445 avec une différence significative entre EN445 et SE445. A l'opposé, les traitements SE360 et SE460 ont présenté des nombres de talles supérieurs à ceux des traitements EN360 et EN460 qui ont reçu un apport d'engrais (EN460 < SE460 avec $p < 0,05$). Les longueurs des feuilles ont varié de 94,35 (EN360) à 102,35 (SE460) cm. Comparés deux à deux, les longueurs des feuilles ont eu les mêmes tendances que pour les paramètres précédents. Par contre, tous les traitements ayant reçu de l'engrais ont présenté un nombre de feuille plus important que ceux n'ayant pas reçu d'engrais excepté les traitements EN360 (EN360 < SE360 et $p < 0,05$) et EN460 (EN460< SE460) ***(Tableau 1)***.

3-2. Effet de l'apport d'engrais sur la production de biomasse

La ***Figure 3*** montre la production moyenne des placeaux en g/placeau. Les poids moyens de la biomasse par placeau ont varié de 385 g à 970 g. La production maximale a été obtenue avec le traitement EN360 (970,71 g). Par contre, le traitement SE345 a donné la plus petite valeur avec 385,4 g. Le graphique montre que comparés deux à deux, les traitements ayant reçu un apport d'engrais NPK produisent des biomasses supérieures à celles des traitements n'ayant pas reçu d'engrais. Ces différences ont été significatives pour l'âge de coupe à 45 jours quelle que soit la densité de plantation. Cependant, pour l'âge de coupe de 60 jours, il n'existe aucune différence statistique ($p > 0,05$) dans la production de biomasse entre les placeaux ayant reçu de la fertilisation et ceux n'ayant pas reçu pour une densité considérée.

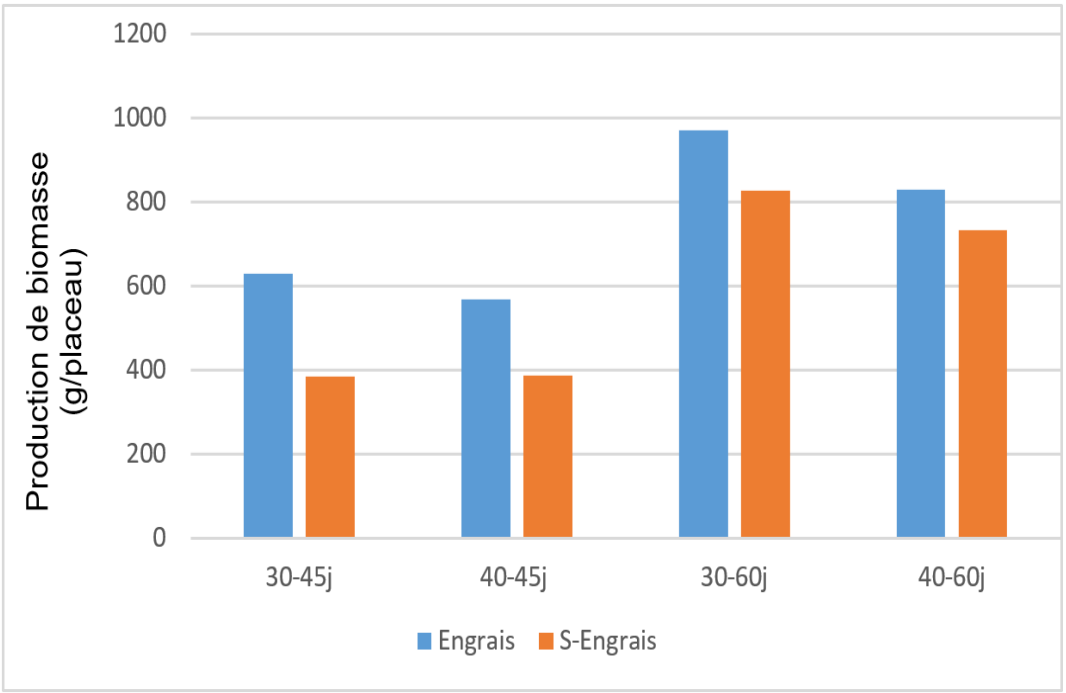


Figure 3 : *Production moyenne de biomasse par placeau (parcelle élémentaire)*

3-3. Effet des traitements sur la production moyenne de biomasse chez *Andropogon macrophyllus* Stapf

Le ***Tableau 2*** présente la productivité moyenne des biomasses fraîches (M.F) et sèches (M.S) en fonction des traitements chez *A. macrophyllus* Stapf.

Tableau 2 : *Productivité moyenne de Andropogon macrophyllus Stapf selon les traitements étudiés*

Traitements	Rendements potentiels (kg.M.F.ha^{-1})	Rendements potentiels (kg.M.S.ha^{-1})	Taux de M.S (%)
EN345	17 523,3 ± 482,4^{b}	5 588,5 ± 135,2^{b}	31,89
EN445	15 823,3 ± 311,1^{b}	5 062,5 ± 106,1^{b}	31,99
EN360	15 293,3 ± 392,8^{b}	4 911,1 ± 103,2^{b}	32,11
EN460	24 823,3 ± 172,2^{a}	8 286,9 ± 295,1^{a}	33,38
SE345	10 056,6 ± 675,6^{c}	3 259,2 ± 209,4^{c}	32,41
SE445	10 576,6 ± 298,5^{c}	3 416 ± 88,4^{c}	32,30
SE360	16 566,6 ± 117,8^{b}	5 325,3 ± 47,9^{b}	32,14
SE460	10 670 ± 307,9^{c}	3 712,1 ± 107,4^{c}	34,79

Les valeurs moyennes indexées des mêmes lettres dans la même colonne ne sont pas statistiquement différentes selon le test de Student Newmann-Keuls au seul de 5 %

Traitements *: EN345 : Engrais+30 cm entre plants+45 jours avant coupe; EN445 : Engrais +40 cm entre plants+45 jours avant coupe; EN360 : Engrais +30 cm entre plants+60 jours avant coupe; EN460 : Engrais +40 cm entre plants+60 jours avant la coupe ; SE345 : Sans Engrais+30 cm entre plants+45 jours avant coupe; SE445 : Sans Engrais+40 cm entre plants+45 jours avant coupe; SE360 : Sans Engrais+30 cm entre plants+60 jours avant coupe; SE460 : Sans Engrais+40 cm entre plants +60 jours avant coupe.*

Les rendements potentiels ont été évalués en fonctions des traitements sur l'ensemble de la parcelle. Les rendements obtenus montrent des productions moyennes de biomasse relativement faibles au niveau des traitements SE345, SE445 et SE460. Ces traitements ont permis d'obtenir 3 259,2 kg M.S. ha^{-1} ; 3 416 kg M.S. ha^{-1} et 5 325,3 kg M.S. ha^{-1} respectivement. Le traitement EN460 a produit les meilleurs résultats avec une production moyenne de de 8 286 kg de matière sèche par hectare. Les traitements EN345, EN445, EN360 et SE360 ont présenté des productions moyennes de matières fraîches comprises entre 15 t/ha et 18 t/ha. Ce qui a permis d'obtenir un rendement en matière sèche compris entre 4 et 5,5 t/ha en quatre mois avec un taux moyen potentiel de matière sèche de 32,04 %. Tous les traitements ayant bénéficié d'un apport en engrais minéral ont produit des résultats meilleurs que ceux de leurs homologues qui n'ont pas eu d'apport d'engrais. Ces résultats présentés sont statistiquement significatifs ($P < 0,05$) entre tous les traitements pris deux à deux sauf entre EN360 et SE360 ($p > 0,05$). En recherchant l'effet combiné de la fertilisation (EN ou SE) et de la densité de plantation (3 ou 4), les rendements potentiels ont été significativement supérieurs pour les placeaux fertilisés et de densité de plantation de 40 cm (EN4) suivi du traitement EN3. Le traitement SE4 a donné le plus faible rendement potentiel (3 564,05 kg.MS.ha^{-1}). Quant à l'effet la fertilisation et de l'âge de coupe (45 ou 60), c'est le traitement EN60 qui a produit le plus fort potentiel (5 896,5 kg.MS.ha^{-1}suivi de EN45. La plus faible valeur a été obtenue avec le traitement SE45 (3 337,6 kg.MS.ha^{-1}). L'effet combiné de la densité de plantation et de l'âge de coupe, le plus fort rendement en biomasse de matière sèche a été obtenu pour le traitement 40 cm entre plants et 60 jours de coupe suivi de 30 cm entre plants et 60 jours de coupe puis 30 cm entre plants et 45 jours de coupe. De même, le taux de matière sèche obtenu pour les traitements avec engrais a été légèrement supérieur à celui des traitements sans apport d'engrais.

3-4. Effet des différents traitements sur les paramètres d'exploitation

La ***Figure 4*** présente des capacités de charges saisonnières des pâturages à base de *A. macrophyllus* Stapf en fonction des traitements. La capacité de charge du traitement EN460 (Engrais + 40 cm entre plants + 60 jours avant coupure) est supérieure à celle des autres traitements (2,48 UBT/ha). En dehors des traitements SE345 et SE445 qui ont présenté une capacité de charge saisonnière inférieure à 1 UBT/ha, les autres traitements ont présenté des capacités de charge voisine à 1,5 UBT par/ha.

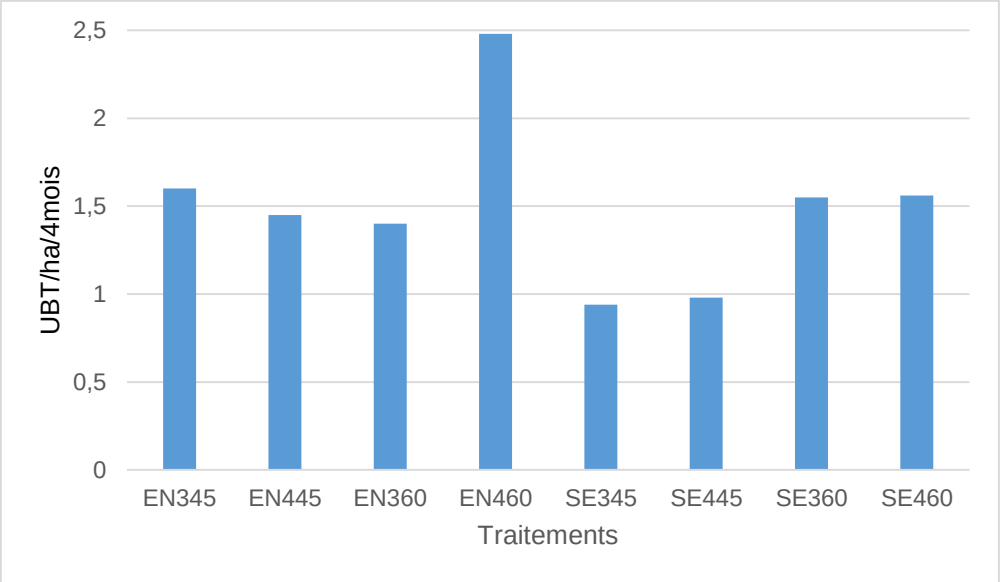


Figure 4 : *Effet des traitements sur la capacité de charge saisonnière des parcelles expérimentales*

Traitements : *EN345 : Engrais+30 cm entre plants +45 jours avant coupe; EN445 : Engrais +40 cm entre plants +45 jours avant coupe; EN360 : Engrais +30 cm entre plants +60 jours avant coupe; EN460 : Engrais +40 cm entre plants +60 jours avant la coupe; SE345 : Sans Engrais+30 cm entre plants +45 jours avant coupe; SE445 : Sans Engrais+40 cm entre plants +45 jours avant coupe; SE360 : Sans Engrais+30 cm entre plants +60 jours avant coupe; SE460 : Sans Engrais+40 cm entre plants +60 jours avant coupe. Les valeurs moyennes indexées des mêmes lettres dans la même colonne ne sont pas statistiquement différentes selon le test de Student Newmann-Keuls au seul de 5 %*

3-5. Évolution des paramètres d'exploitation par coupe

L'évaluation des paramètres d'exploitation en fonction des coupes présente des résultats variés pour les paramètres calculés ***(Tableau 3)***. Les productions moyennes en biomasse fraîche et en matière sèche ont varié d'une coupe à une autre avec les meilleures valeurs obtenues lors des premières coupes dans tous les traitements. Le traitement EN360 a donné les meilleures productions de biomasse fraîche et de matières sèches avec respectivement 14 t/ha et 4,7 t/ha par trimestre. Par contre, les plus faibles valeurs de biomasse fraiche et de matières sèches ont été obtenues par le traitement SE345 (4,7 t/ha et 1,6 t/ha/trimestre). Les taux de réduction de la production d'une coupe à une autre, ont beaucoup varié et ont parfois dépassé les 50 % de la production précédente. En ce qui concerne les capacités de charge, les plus fortes charges sont obtenues à la première coupe avec des charges allant de 2 UBT (SE345) à 4,8 UBT (EN345). La capacité de charge chute par la suite jusqu'à être inférieure à 0,20 (EN345 et SE345). En somme, au cours des 4 mois de production, les traitements ayant reçu un apport d'engrais ont présenté un total de capacité de charge compris entre 5,22 UBT (EN460) à 7,11UBT (EN345). Par contre, ceux qui n'ont pas reçu d'engrais ont présenté une capacité de charge totale comprise entre 4,25 UBT (SE345) à 5,18 UTB (EN345).

Tableau 3 : *Évolution des paramètres d'exploitation en fonction des coupes*

Traitements	Coupe	Biomasse fraiche (kg.MF/ha)	Matière sèche (kg.MS/ha)	Capacité de charge/Coupe (UBT/durée de coupe)	Total UBT sur les 4 mois
EN345	1	11746,67	3858,53	4,80	7,11
	2	5776,67	1730,00	2,15	
	3	453,33	130,10	0,16	
EN445	1	8213,33	2744,27	3,42	6,72
	2	7698,00	2326,98	2,90	
	3	790,00	322,07	0,40	
EN360	1	14027,50	4694,50	4,38	5,52
	2	3946,67	1226,57	1,14	
EN460	1	13030,00	4420,70	4,13	5,22
	2	3545,00	1163,65	1,09	
SE345	1	4720,00	1604,80	2,00	4,25
	2	5336,67	1654,37	2,06	
	3	533,33	154,50	0,19	
SE445	1	5150,00	1751,00	2,18	4,76
	2	5426,67	1665,00	2,07	
	3	1003,33	456,93	0,57	
SE360	1	12766,67	4144,47	3,87	4,97
	2	3800,00	1180,80	1,10	
SE460	1	11393,33	3768,83	3,52	5,18
	2	5196,67	1778,47	1,66	

EN345 : Engrais+30 cm entre plants +45 jours avant coupe; EN445 : Engrais +40 cm entre plants +45 jours avant coupe; EN360 : Engrais +30 cm entre plants +60 jours avant coupe; EN460 : Engrais +40 cm entre plants +60 jours avant la coupe; SE345 : Sans Engrais+30 cm entre plants +45 jours avant coupe; SE445 : Sans Engrais+40 cm entre plants +45 jours avant coupe; SE360 : Sans Engrais+30 cm entre plants +60 jours avant coupe; SE460 : Sans Engrais+40 cm entre plants +60 jours avant coupe

4. Discussion

4-1. Effets des paramètres sur la croissance et la production de biomasse

L'analyse des paramètres de croissance de *A. macrophyllus* en présence ou en absence d'engrais a mis en évidence des réponses contrastées. L'apport d'engrais ne semble pas avoir influencé significativement le nombre de talles ni la longueur des feuilles, contrairement au nombre de feuilles et à la hauteur des plants. Un constat comparable a été rapporté sur le riz, pour lequel la fertilisation a entraîné une augmentation de la hauteur des plants [18 - 20]. En revanche, contrairement à nos résultats, certaines études menées sur des cultures céréalières ont également montré une augmentation du nombre de talles sous l'effet de la fertilisation minérale [19, 20]. Des résultats similaires ont aussi été observés chez *Cymbopogon schoenanthus*, pour lequel une fertilisation au compost à la dose de 5 t/ha a entraîné une augmentation du nombre de talles (112,9 contre 45,9), de la longueur des feuilles (73,3 cm contre 67,0 cm) et de la hauteur des plants (149,0 cm contre 132,2 cm) par rapport au témoin non fertilisé [21]. Toutefois, au-delà de cette dose, les performances de croissance ont diminué. Ces différences entre études suggèrent que la réponse du tallage et de la longueur foliaire dépend probablement de l'espèce considérée, de la nature du fertilisant utilisé, qu'il soit minéral ou organique, ainsi que de la dose appliquée. Cette hypothèse est confortée par les travaux réalisés sur *Panicum maximum* fertilisé avec une fumure organo-minérale, qui ont montré une augmentation

de la hauteur des plants par rapport au témoin non fertilisé [22]. Dans cette étude, la fertilisation minérale seule [NPK (14-23-14) à 100 kg/ha et urée (46 % N) à 50 kg/ha] a induit une croissance plus faible que le traitement combinant fiente de poulet (5 t/ha) et urée (25 kg/ha). Ce résultat va dans le sens d'un effet du mode d'apport de l'engrais sur la croissance, potentiellement plus marqué que celui observé ici chez *A. macrophyllus*. Le contraste observé dans notre essai pourrait être lié à la dose appliquée, estimée à environ 30 kg d'azote par hectare. En effet, chez *Brachiaria ruziziensis*, des apports atteignant 100 kg N/ha ont entraîné une augmentation continue de la taille des plants, sans qu'un plateau ne soit atteint [23]. Ainsi, la réponse limitée de la croissance à l'engrais dans notre étude pourrait traduire un niveau d'azote insuffisant pour exprimer pleinement le potentiel de l'espèce. Dans les conditions de cet essai, la densité de plantation et l'âge de coupe apparaissent ainsi comme les facteurs les plus déterminants de la croissance. Les plants les plus hauts et les feuilles les plus longues ont été obtenus à 30 cm d'écartement, tandis que le tallage a évolué en sens inverse, avec un maximum de 21,45 talles à 40 cm d'écartement (EN445), contre 14,10 à 30 cm (EN360). Cette opposition entre hauteur et tallage selon l'écartement pourrait s'expliquer par une compétition accrue pour la lumière entre plants rapprochés, favorisant l'élongation des tiges au détriment du tallage dans les peuplements denses de graminées [24, 25]. Des études conduites sur *Panicum maximum* cv. C1 (*Megathyrsus maximus*) fertilisé avec des fumures organo-minérales ont également montré que la densité favorise l'augmentation de la hauteur des plants [22, 26]. Toutefois, cet effet s'inverse à partir de la troisième année [22]. Selon ces auteurs, ce renversement résulterait d'une compétition intraspécifique croissante, une fois les touffes bien installées. Cela montre que l'effet de la densité n'est pas fixe dans le temps et pourrait évoluer au cours des cycles de production. À l'inverse de nos résultats, des travaux menés sur *Panicum maximum* Jacq. ont mis en évidence une diminution du nombre de talles lorsque la densité augmente, et ce jusqu'à la dixième coupe [24]. Les auteurs attribuent cette baisse à une mortalité accrue des plants, provoquée par l'ombrage et la compétition, qui limiteraient l'émission de nouvelles talles. Par ailleurs, les traitements caractérisés par un délai de coupe court (45 jours) ont enregistré les meilleures valeurs pour la hauteur des plants, le nombre de talles et la longueur des feuilles. Lorsque le délai de coupe atteint 60 jours, l'effet de l'engrais appliqué devient moins perceptible. Le renversement observé à 60 jours, où les traitements fertilisés (EN360, EN460) présentent des hauteurs et des tallages inférieurs à ceux de leurs homologues non fertilisés (SE360, SE460), reste difficile à attribuer au seul effet de la densité ou de l'âge de coupe. Une explication plus plausible pourrait résider dans les conditions d'humidité du sol au moment de la reprise végétative après la coupe de régularisation. En effet, sur prairie humide, l'efficacité de la fertilisation azotée sur la production varie fortement d'une année à l'autre selon les conditions hydriques du sol au moment de l'absorption [27]. En situation de déficit hydrique marqué ou, au contraire, de saturation prolongée, la végétation valorise moins efficacement l'azote apporté. Dans notre essai, des conditions d'humidité du sol non optimales pendant la phase de reprise pourraient ainsi expliquer la moindre réponse à l'engrais à 60 jours. Par ailleurs, le séjour prolongé des plants non fertilisés sur pied pourrait leur avoir permis de mobiliser davantage les réserves du sol, ce qui rejoint les observations faites sur *A. macrophyllus* en pâturage naturel à Bouaké, où le rythme de coupe influençait la croissance indépendamment de tout apport minéral [28].

4-2. Effets des paramètres sur la production de biomasse

La production de biomasse par placeau, comprise entre 385 g et 970 g, a été globalement plus élevée dans les traitements fertilisés, sans que la différence entre les modalités avec et sans engrais ne soit statistiquement significative au seuil de 5 %. Ce résultat rejoint celui obtenu sur *Megathyrsus maximus* cv. C1 (*Panicum maximum* cv. C1) pour lequel un apport de 100 kg/ha de NPK a significativement amélioré les paramètres de croissance, sans toutefois entraîner d'effet significatif sur la biomasse produite [26]. Ces auteurs attribuent cette absence de réponse à une formule d'engrais relativement pauvre en phosphore et en potassium (N23P10K05), deux éléments considérés comme potentiellement limitants pour cette graminée.

Dans notre étude, la formule utilisée (NPK 15-15-15) présente un équilibre plus complet en éléments majeurs, ce qui pourrait expliquer l'avantage observé en faveur des traitements fertilisés, à l'exception de EN360 et SE360. Toutefois, la réponse des graminées fourragères tropicales à la fertilisation minérale n'est pas univoque et semble fortement dépendre des conditions pédoclimatiques [29]. Selon ces auteurs, la fertilisation phosphatée n'augmente le rendement que dans les sols déficients en phosphore [29]. À l'inverse, lorsque le phosphore ou le potassium sont déjà disponibles en quantité suffisante, leur apport n'entraîne pas nécessairement un gain de production, mais plutôt une augmentation de leur teneur dans les tissus végétaux [30]. Chez *Brachiaria brizantha*, un effet négatif de l'azote sur la production de biomasse a même été signalé, les meilleurs rendements ayant été obtenus en l'absence de fertilisation azotée [31]. À l'opposé, des effets positifs de la fertilisation ont été rapportés sur la production de biomasse de prairies naturelles [27], de *Brachiaria ruziziensis* [23, 31] et de *Panicum maximum* Jacq. [22]. Ainsi, la réponse positive observée chez *A. macrophyllus* ne peut être généralisée sans réserve à l'ensemble des graminées fourragères tropicales, y compris dans les zones soudano-guinéennes. La densité de plantation joue également un rôle important dans la production de biomasse. Plusieurs auteurs ont montré qu'une augmentation de la densité, obtenue par réduction de l'espacement sur la ligne, peut affecter négativement certaines cultures fourragères [32]. Dans notre essai, cette influence de la densité apparaît en interaction avec l'effet du temps de coupe. En effet, la production a chuté de plus de moitié d'une coupe à l'autre, aussi bien dans les parcelles fertilisées que dans les parcelles témoins. Cette diminution pourrait être liée à un épuisement progressif des éléments nutritifs du sol, notamment dans les parcelles non enrichies [33]. Un phénomène similaire a été observé chez *Brachiaria ruziziensis*, où la production a diminué au fil des fauches successives, à mesure que les réserves azotées mobilisables pour la repousse s'épuisaient [33].

Ce mécanisme pourrait également concerner les parcelles fertilisées, dans la mesure où la disponibilité effective de l'azote au moment de la coupe conditionne la vigueur de la repousse suivante. Dans cette perspective, un fractionnement de l'apport azoté après chaque coupe pourrait permettre de mieux soutenir la production de *A. macrophyllus*. À ce propos, il a été recommandé, dans d'autres contextes, un apport cumulé de 300 kg d'azote par hectare réparti sur l'ensemble du cycle de production afin de limiter la baisse de rendement entre coupes successives [34]. Les rendements potentiels obtenus confirment globalement l'avantage de la fertilisation. En effet, les traitements les moins productifs sont presque tous non fertilisés (SE345, SE445, SE460, avec des rendements compris entre 3 259 et 5 325 kg MS/ha), à l'exception de EN360 et SE360. La bonne performance du traitement SE360, malgré l'absence d'engrais, pourrait s'expliquer par la combinaison de la densité et de la durée de coupe. Le séjour plus long des plantes sur pied leur aurait permis de mobiliser progressivement les ressources du sol nécessaires à leur croissance. Cette interprétation concorde avec les résultats obtenus sur *A. macrophyllus* en pâturage naturel à Bouaké, qui montrent que le rythme de coupe influence la biomasse produite et la teneur en matière sèche indépendamment de tout apport minéral [28]. Un gain de production comparable a été rapporté chez *Panicum maximum*, où les traitements recevant une fumure organo-minérale dépassaient de plus de 100 % le témoin non fertilisé dès la première année d'essai [22]. Dans l'ensemble, la baisse de production observée d'une coupe à l'autre peut donc être interprétée comme la conséquence d'une diminution progressive de la disponibilité des éléments nutritifs du sol dans l'ensemble des traitements. L'application d'azote après chaque coupe est connue pour stimuler la repousse et soutenir durablement la production [34]. Il serait ainsi pertinent d'envisager, dans de futurs essais sur *A. macrophyllus*, un schéma de fertilisation fractionnée ajusté au rythme des coupes afin d'améliorer la stabilité de la production au cours du cycle.

4-3. Capacité de charge

La capacité de charge saisonnière, comprise entre 0,98 et 2,48 UBT/ha selon les traitements, a été la plus élevée pour le traitement EN460 (engrais, 40 cm, 60 jours), qui correspond également à la production potentielle de matière sèche la plus importante (8 286,9 kg MS/ha). Ces valeurs sont supérieures à celles rapportées sur des pâturages naturels en zone guinéenne [16] et nord-soudanienne [35], où la capacité de charge varie de 0,6 à 1,6 UBT/ha en saison pluvieuse. Elles dépassent également celle observée sur des pâturages naturels périurbains d'Abidjan, estimée à 0,96 UBT/ha [36]. Le même écart est observé par rapport à d'autres pâturages naturels ouest-africains. Au Bénin, par exemple, la capacité de charge de parcours transhumants naturels varie de 0,22 à 0,53 UBT/ha selon les groupements végétaux [37]. De même, dans les pâturages soudano-guinéens de la forêt classée de Wari Maro, elle reste comprise entre 0,16 UBT/ha en saison sèche et environ 0,9 UBT/ha au pic de biomasse [38]. Ainsi, *A. macrophyllus* fertilisé, planté à 40 cm d'écartement et exploité selon un rythme de coupe de 60 jours, permettrait de soutenir une charge animale nettement supérieure à celle des pâturages naturels de la sous-région, qu'ils soient situés en zones soudanienne ou guinéenne. Cet avantage s'explique en partie par le fait que la fertilisation permet de maintenir une production suffisante tout en augmentant le nombre potentiel de cycles de coupe ou de pâture sur une même période. Il a en effet été montré que la fertilisation azotée des prairies à haute valeur biologique accroît le nombre de cycles de coupe réalisables dans l'année, ce qui se traduit mécaniquement par une augmentation de la capacité de charge cumulée [39]. Ce raisonnement permet d'expliquer pourquoi le traitement EN460 présente la meilleure valeur de capacité de charge de l'ensemble de l'essai, malgré une production par coupe individuelle qui, comme pour tous les traitements, diminue au fil du temps. Les paramètres évalués au cours des quatre mois d'essai confirment également qu'il existe une relation étroite entre la durée de séjour sur pied de la biomasse et la charge animale supportable par unité de temps. Plus le temps de séjour des animaux sur le pâturage est long, plus la charge admissible par unité de temps tend à diminuer. À l'inverse, une exploitation à rythme plus resserré permet de supporter des charges ponctuelles plus élevées, pouvant atteindre jusqu'à 4 UBT par coupe dans certains traitements. Ces résultats soulignent l'importance de raisonner conjointement la fertilisation, la densité de plantation et le rythme d'exploitation afin d'optimiser durablement la capacité de charge de *A. macrophyllus*.

5. Conclusion

La présente étude montre que la fertilisation NPK, la densité de plantation et l'âge de coupe influencent significativement la croissance, la production de biomasse et la capacité de charge de *Andropogon macrophyllus* en Côte d'Ivoire. Dans l'ensemble, les traitements fertilisés ont permis d'obtenir de meilleures performances agronomiques que les traitements non fertilisés, confirmant l'intérêt de la fertilisation minérale dans l'amélioration de la productivité de cette espèce fourragère. Les résultats indiquent également que la coupe à 60 jours constitue, parmi les intervalles de coupe évalués, la modalité la plus favorable à l'obtention d'une production élevée de biomasse. En outre, la densité de plantation a modifié la réponse de la culture, traduisant l'importance d'un ajustement de l'espacement pour optimiser l'occupation de l'espace et limiter la compétition entre plants. La combinaison associant la fertilisation NPK, l'espacement de 40 cm et la coupe à 60 jours s'est révélée la plus performante, avec la meilleure production de biomasse et une capacité de charge estimée à 2,48 UBT/ha. Ces résultats mettent en évidence le potentiel agronomique de *A. macrophyllus* et ouvrent des perspectives intéressantes pour sa valorisation dans l'amélioration de l'alimentation des ruminants. Ils constituent une base technique utile pour la conduite culturale de cette espèce dans les systèmes fourragers ivoiriens. Des études complémentaires pourraient toutefois approfondir l'évaluation de la qualité bromatologique du fourrage produit, de la rentabilité économique des traitements testés et de la réponse de l'espèce dans différents contextes agroécologiques.

Références

[1] - C. DJAKARIYA, Analyse thématique des données du recensement national agricole 2001 : secteur des ressources animales. MANIGRA, RCI, (2004) 20 p.

[2] - DSRP, Stratégie de relance et de développement et de réduction de la pauvreté. République de Côte d'Ivoire, (2009) 198 p.

[3] - CIRAD, Cultures fourragères tropicales, (1999) 16 p.

[4] - P. DOLIGEZ, Elaborer une ration alimentaire. *Equipédia*, (2021) 12 p.

[5] - H. D. KLEIN, G. RIPPSTEIN, J. HUGUENIN, B. TOUTAIN, H. GUERIN et D. LOUPPE, Les cultures fourragères. Agriculture tropicale en poche. Edition Quae, CTA Presses agronomique de Gembloux, (2014) 267 p.

[6] - H. ISSA, Aspects socio-économiques et techniques de la conservation du mouton Koundoum au Niger. Thèse de Doctorat en sciences vétérinaires, Faculté de Médecine, Université de Liège, Belgique, (2016) 167 p.

[7] - K. P. TOURE, Diagnostic des systèmes d'élevages bovins dans les régions du Poro et du Tchologo en Côte d'Ivoire. Mémoire de Master. Université Péléforo Gon COULIBALY de Korhogo, Côte d'Ivoire, (2021) 66 p.

[8] - N. A. KONATE, Gestion des troupeaux bovins dans le département de Korhogo (Nord de la Côte d'Ivoire). Mémoire de Master en Gestion Agropastorale, spécialité ingénierie zootechnique. Université Péléforo Gon Coulibaly, Côte d'Ivoire, (2020) 65p.

[9] - S. ADJOLOHOUM, Yield, Nutritive value and effect on soils fertility of forage grasses and legumes cultivated as ley pasture *in* the Borgon region of Benin. Thèse de doctorat, faculté universitaire des sciences agronomiques, Gembloux, Belgique, (2008) 10 p.

[10] - S. KIEMA, Utilisation pastorale des jachères dans la région de Bondonkuy : zone soudanienne du Burkina Faso, Mémoire DSS-Université de Paris XII, (1992) 89 p.

[11] - H. D. KLEIN, Gestion et développement des touffes fourragères à usage multiples dans les savanes d'Afrique centrale et de l'ouest. « Savanes africaines : des espaces en mutation des acteurs face à des nouveaux défis « Garoua, Cameroun, 27-31 Mai 2002, (2003) 11p.

[12] - H. D. KLEIN et J. CESAR, Touffees fourragères et maintien de la fertilité du sol. *In*. "Roberge G., Toutain B. (Eds). Cultures fourragères tropicales". CIRAD, France, (1999) 321 - 357

[13] - B. BONFOH, G. FOKOU, M. OULD TALEB, A. FANÉ, D. WOIRIN, N. LAIMAIBAO et J. ZINSSTAG, Dynamiques des systèmes de production laitière, risques et transformations socio-économiques au Mali. *Revue Élevage et de Médecine vétérinaire des Pays tropicaux*, 60 (1-4) (2007) 67 - 76

[14] - H. BREMAN et N. DE RIDDER, Manuel sur les pâturages des pays sahéliens. CTA-ACCT-Karthala, Paris, France, (1991) 226 p.

[15] - G. BOUDET, Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères. Paris : Ministère des relations extérieures, (Manuels et précis d'élevage : IEMVT, 4) (1984) 270 p.

[16] - G. BOUDET, Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères. Collection et précis d'élevage, IEMVT/Ministère de la coopération et du développement, Paris, (1991) 226 p.

[17] - B. TOUTAIN et P. LHOSTE, Sciences, techniques et gestions des pâturages au sahel. In Horizons nomades en Afrique sahélienne ; société, développement et démocratie, ouvrage coordonné par Bourgeot A., Edition Karthala, (1999) 491 p.

[18] - M. SOW, Effets de deux types de compost et de la fertilisation minérale azotée sur les propriétés du sol et le rendement du riz (Oriza sativa L.) de Nappe en station au CRA de Djibélor. Mémoire de Master, UFR Sciences et Technologies, Université Assane Seck de Ziguinchor, Sénégal, (2018) 42 p.

[19] - B. A. FAYE, Effets du mode cultural et de la fertilisation organo-minérale sur les propriétés chimiques du sol, la croissance et le rendement du riz (Oryza sativa L.) en sols sulfatés acides en Basse-Casamance. Mémoire de Master, UFR Sciences et Technologies, Université Assane Seck de Ziguinchor, Sénégal, (2022) 42 p.

[20] - L. FAGNANT, Kernza® (thinopyrum intermedium), une culture céréalière pérenne : évaluation de ses performances sous différentes nutritions azotées en belgique. Master en bioingénieur : sciences agronomiques, à finalité spécialisée, Gembloux Agro-Bio Tech (GxABT), Université de Liege, Belgique, (2018) 106 p. http://hdl.handle.net/2268.2/5151

[21] - E. MENSAH, V. KINDOMIHOU, D. S. VODOUHE, A. SAÏDOU, I. AIYELAAGBE et B. SINSIN, Stratégies fonctionnelles de Cymbopogon schoenanthus (Citronnelle du désert), graminée fourragère soudanienne cultivée sous compost au Sud Bénin. *Revue Malienne des Sciences et Technologies*, 13 (2) (2025) 110 - 118

[22] - A. P. K. GOMGNIMBOU, A. SANON, K. COULIBALY, W. SANOU, B. DEMBELE, S. FOFANA et B. H. NACRO. 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 (2024) 21330 - 21344. https://doi.org/10.35759/JABs.201.5

[23] - G. J. AZANGUE, V. F. NGUETSOP, F. TENDONKENG, D. FOKOM WAUFFO et E. TEDONKENG PAMO, Effets des différents niveaux de fertilisation aux fientes de poules sur la croissance et la production de biomasse de *Brachiaria ruziziensis* (Poaceae) en fonction des stades phénologiques à l'Ouest-Cameroun. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 13 (3) (2019) 1762 - 1774

[24] - C. FILLONNEAU, Analyse des composantes du rendement des graminées fourragères tropicales en exploitation intensive 1: Panicum maximum Jacq. *ORSTOM*, (1972) 116 p.

[25] - R. DAJOZ, Précis d'écologie. Bordas, Paris, (1985) 505

[26] - T. B. E. SAWADOGO, M. KERE, N. ZAMPALIGRE, C. T. TRAORE et S. SOME, Effet de la fertilisation minérale sur la production de biomasse fourragère et la valeur nutritive de l'herbe de guinée (*Megathyrsus maximus* cv. « C1 »). Science et Technique, *Sciences Naturelles et Appliquées*, 40 (2) (2021) 127 - 137

[27] - A. BONIS, J.-B. BOUZILLE, A. DAUSSE, A. DIA, O. HENIN et M. BOUHNIK-LE COZ, Fertilisation et qualité de l'eau en prairies naturelles humides (marais de l'Ouest). *Fourrages*, 196 (2008) 485 - 489

[28] - G. S. KOUADJA, Biodiversité, productivité des pâturages naturels de la zone péri-urbaine de Bouaké, centre de la Côte d'Ivoire. Thèse de doctorat unique des Sciences de la Nature. Université Nangui ABROGOUA, Abidjan, (2019) 130 p.

[29] - O. HUGUENIN-ELIE, E. MOSIMANN, P. SCHLEGEL, A. LÜSCHER, W. KESSLER et B. JEANGROS, Fertilisation des herbages : Principes de fertilisation des cultures agricoles en Suisse (PRIF). *Recherche Agronomique Suisse*, 8 (6) (2017), Publication spéciale, 1-22 (2017) 22 p.

[30] - A. FARRUGGIA, L. THÉLIER-HUCHÉ, S. VIOLLEAU, J. M. LEBRUN et A. BESNARD, L'analyse d'herbe pour piloter la fertilisation phosphatée et potassique des prairies. Exemples d'application de la méthode. *Fourrages*, 164 (2000) 447 - 459

[31] - S. OUÉDRAOGO, L. SANOU, S. N. D. BONI, B. OUATTARA et S. KIÉMA, Effet des fertilisants sur la production de biomasse et la qualité fourragère des graminées et des légumineuses. *Fourrages*, 256 (10) (2023) 27 p.

[32] - A. V. MBOKO, F. TENDONKENG, F. N. E. MATUMUINI, G. T. ZOUGOU, E. MIEGOUE, B. BOUKILA et E. T. PAMO, Effet comparé de l'enfouissement de deux légumineuses fertilisées au molybdène sur la croissance et le rendement de *Brachiaria ruziziensis* à différentes périodes de fauche dans l'Ouest Cameroun. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 7 (6) (2013) 2513 - 2525

[33] - I. AMADOU, Techniques de production des cultures irriguées (Cultures fourragères). Ministère de l'Agriculture du Niger, (2016) 53 p.

[34] - H. KAGONE, Gestions durables des écosystèmes pâturés en zone nord-soudanienne du Burkina Faso. Thèse de Doctorat. Faculté universitaire des sciences agronomiques, Gembloux, Belgique, (2000) 237 p.

[35] - A. F. KOUASSI, Etude agronomique et socio-économique des exploitations fourragères dans zones urbaines et péri-urbaines de la ville d'Abidjan (Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat à UFR Biosciences de l'Université Felix Houphouët BOIGNY. Abidjan (Côte d'Ivoire), (2013) 177 p.

[36] - P. LESSE, M. HOUINATO, F. AZIHOU, J. DJENONTIN et B. SINSIN, Typologie, productivité, capacité de charge et valeur pastorale des pâturages des parcours transhumants au Nord-Est de la République du Bénin. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 14 (1) (2016) 132 - 150

[37] - D. AGONYISSA et B. A. SINSIN, Productivité et capacité de charge des pâturages naturels au Bénin. *Revue Élevage et de Médecine vétérinaire des Pays tropicaux*, 51 (3) (1998) 239 - 246 https://doi.org/10.19182/remvt.9628

[38] - S. J. KAMBIRE, Étude de l'impact de la fertilisation minérale sur la composition chimique et la teneur en tanins condensés de fourrages issus de prairies à haute valeur biologique. Mémoire de master, Gembloux Agro-Bio Tech, Université de Liège, (2022) 58 p. http://hdl.handle.net/2268.2/16580