

Productivité herbacée des savanes de la Cuvette congolaise (Congo-Brazzaville)

Joseph YOKA^{1*}, Jean Joël LOUMETO¹, Joseph VOUIDIBIO¹ et Daniel EPRON²

¹Laboratoire de Botanique et Ecologie, Faculté des Sciences, Université Marien Ngouabi, B.P 69, Brazzaville, Congo

²Laboratoire d'Ecologie et Ecophysiologie Forestière, Faculté des Sciences, Université Henri Poincaré, Nancy I, France

* Correspondance, courriel : joseph_yoka@yahoo.fr

Résumé

La savane à *Hyparrhenia diplandra* Stapf et celle à *Loudetia simplex* C.E. Hubbard ont été étudiées dans la Cuvette congolaise (Nord du Congo-Brazzaville), sur le plan de la production herbacée. Les sites retenus pour l'étude sont Ollombo, Owando et Makoua. L'étude a démarré à partir des feux de la saison « sèche ». L'objectif de cette étude était d'évaluer la phytomasse aérienne herbacée et sa productivité, en vue d'aider à la prise de décision sur le choix des espaces à occuper pour des activités agricoles et pastorales. La phytomasse aérienne herbacée a été mesurée par la méthode de la récolte et sa productivité primaire nette réelle par la méthode de la différence entre le moment où la phytomasse est maximale et le moment où elle est minimale dans un cycle annuel. Les échantillons de sols ont été prélevés sous ces deux types de savanes. Leurs analyses granulométrique et chimiques révèlent que ces sols sont dans l'ensemble très sableux, acides et pauvres en matière organique. Le taux en argiles est légèrement supérieur dans le sol sous savane à *H. diplandra* (jusqu'à 14%) que dans celui sous savane à *L. simplex* (1% au maximum). La phytomasse aérienne totale maximale est enregistré à dix mois après les feux, en mai : 9,48 – 10,44 t MS ha⁻¹ pour la savane à *H. diplandra* et 3,43 – 4,52 t MS ha⁻¹ pour la savane à *L. simplex*. La productivité de la phytomasse varie de 9,29 – 10,04 t MS ha⁻¹an⁻¹ pour la savane à *H. diplandra* et de 3,09 – 4,64 t MS ha⁻¹an⁻¹ pour la savane à *L. simplex*. La savane à *H. diplandra* serait donc à recommander pour des activités agricoles et pastorales que celle à *L. simplex*.

Mots-clés : savanes, sols, phytomasse, strate aérienne herbacée, productivité, cuvette congolaise.

Abstract

Productivity of Congolese Basin savannas (Congo-Brazzaville)

The *Hyparrhenia diplandra* Stapf and the *Loudetia simplex* C.E. Hubbard savannas have been studied in the Cuvette congolaise (the North of Congo-Brazzaville) on the herbaceous production level. The selected sites for this research are: Ollombo, Owando and Makoua. The study started with the fires of the dry season. The objective of this survey was to evaluate the aerial herbaceous phytomass and its productivity, in order to help the decision taking concerning the choice of the areas for agricultural and pastoral activities. The herbaceous aerial phytomass has been examined within the harvesting framework and the net primary productivity of the phytomass is determined by the method of difference between the time when the phytomass is maximal and when it is minimal in an annual cycle. The soil samples have been taken from these two types of savannas. The granulometric and chemical analyses of soils reveal that the soils of the

studied savannas are generally very sandy (79, 94-98, 38 %), acidic and poor in organic materials. The clay rate is slightly superior in the soil of the *H. diplandra* savanna (up to 14%) than in that of *L. simplex* (1% maxi). The maximal total aerial phytomass is recorded ten months after the fires, in may: 9, 48-10, 44 t MS ha⁻¹ for *H. diplandra* savanna and 3, 43-4, 52 t MS ha⁻¹ for *L. simplex* savanna (Figures 1 and 2). The phytomass productivity varies from 9, 29-10, 04 t MS ha⁻¹an⁻¹ for *H. diplandra* and from 3, 09-4, 64 t MS ha⁻¹an⁻¹ for *L. simplex*. The *H. diplandra* savanna is more productive than the *L. simplex* savanna. The former should be recommended for agricultural and pastoral activities than the latter.

Keywords : *savannas, soils, phytomass, herbaceous aerial stratum, productivity, congolese cuvette.*

1. Introduction

Les savanes constituent de véritables ressources fourragères et offrent des potentialités économiques très importantes pour l'agriculture et l'élevage. En Afrique, comme ailleurs sous les tropiques, les savanes sont extensivement exploitées pour l'élevage bovin. La production bovine sur pâturages naturels est très importante dans l'écosystème savane des pays tropicaux humides. Cette activité offre aux populations une source sûre de protéines et procure aux exploitants des devises assez importantes pour l'amélioration de leurs conditions de vie. L'amélioration de la production bovine devrait s'appuyer sur une gestion rationnelle et durable des pâturages. Celle-ci nécessite des études préalables. De nombreuses études de savanes ont déjà été faites en Afrique, en Amérique du Sud, et en Australie sur le plan de la phytoécologie et de la production de la phytomasse aérienne herbacée [1- 5]. Le Congo-Brazzaville, du point de vue géographique, est à cheval sur l'équateur. Il est l'un des pays d'Afrique caractérisé par une richesse floristique très importante. Mais malheureusement, il est aussi celui dont la flore demeure encore peu connue. Dans l'état actuel de nos connaissances, les savanes, de façon générale, ne sont pas beaucoup étudiées au Congo. Les savanes les mieux prospectées sont celles de la Vallée du Niari [6, 7], des Plateaux Téké [8, 9] et du Littoral atlantique [10]. Au nord du pays, quelques travaux ont été réalisés par ZASSI-BOULOU [11] dans la partie ouest, et par YOKA [12] et YOKA et al. [13] dans la Cuvette congolaise.

Cette revue bibliographique montre que les savanes de la Cuvette congolaise sont encore peu étudiées. Dans cette partie, comme dans d'autres zones écologiques du Congo et d'ailleurs, les savanes sont très sollicitées pour des activités agricoles et pastorales. Cependant, leur structure, leur fonctionnement et leurs potentialités fourragères sont peu connus de nos jours. L'évolution de la phytomasse aérienne herbacée et la productivité de cette phytomasse dans les différents types de savanes ne sont évaluées que dans la partie sud-ouest de la Cuvette congolaise, précisément dans la zone d'Ollombo [12]. L'utilisation des savanes pour des activités agricoles et pastorales pose avec acuité la question de la gestion durable des terres et d'une exploitation raisonnée de la biodiversité. Il est essentiel, pour mettre rationnellement en valeur les terres d'un pays, d'avoir un inventaire de ses ressources naturelles. Dans les pays du tiers monde comme le Congo, il est encore temps de dresser des inventaires préliminaires, en vue notamment de l'amélioration des pâturages et de l'élevage, inventaires qui permettront d'élaborer des plans et de lancer des programmes de développement. Le maintien de la biodiversité est au cœur des questions de développement durable.

La pratique à grande échelle de l'agriculture et de l'élevage dans la Cuvette congolaise, nécessite donc une meilleure connaissance préalable de ces savanes, en vue de gérer rationnellement et durablement l'espace occupé. Ainsi, dans le but de contribuer à l'amélioration de la connaissance pour une utilisation rationnelle et durable des savanes du Congo en général et de celles de la Cuvette congolaise en particulier, nous avons

réalisé la présente étude qui porte sur la phytomasse et la productivité des savanes de la Cuvette congolaise. Les objectifs de cette étude sont :

- Evaluer la phytomasse aérienne herbacée des savanes en rapport avec le sol;
- Déterminer la productivité de la phytomasse aérienne herbacée.

Les résultats obtenus à l'issue de cette étude nous aideront à formuler des suggestions qui aideront à la prise de décision sur la gestion durable des savanes de la Cuvette congolaise.

2. Matériel et méthodes

2-1. Caractéristiques de la zone d'étude

2-1-1. Localisation

La Cuvette congolaise est une grande unité morphologique et écologique qui s'étend sur toute la partie septentrionale de la République du Congo et de la République Démocratique du Congo (RDC) en Afrique centrale. Elle couvre environ 900.000 km², correspondant au tiers du Bassin du Congo [14]. Les sites retenus pour l'exécution de ce travail sont Ollombo, Owando et Makoua, situés à 0°-2° de latitude Sud et 15°-16° de longitude Est. Les stations retenues pour la délimitation des parcelles expérimentales sont : Akongo et Tsokia (Ollombo), Loussa (Owando) et Aéroport (Makoua).

2-1-2. Le climat

Le climat de la zone d'étude est de type sub-équatorial [13]. La station météorologique de référence est celle de Makoua (coordonnées géographiques: altitude 379 m ; latitude 00°1'S ; longitude 15°35'E). La température moyenne annuelle de la zone d'étude est de 25,5°C. Les minima moyens sont de 19,9°C atteints en juillet et les maxima moyens de 31,9°C en mars. La pluviométrie moyenne annuelle de la zone d'étude est de 1657 mm. Les précipitations sont presque permanentes. Les mois d'avril et d'octobre sont les plus pluvieux de l'année dans la Cuvette congolaise. Le maximum de précipitations est enregistré en octobre. Il n'y a pas de période écologiquement sèche ; seule une diminution de précipitations est notée en juin-juillet-août et en décembre-janvier. L'humidité relative moyenne annuelle de la zone d'étude est toujours élevée (98%).

2-1-3. Sols

Les sables Batékés et les alluvions sont des formations géologiques présentes dans notre zone d'étude [14, 15]. Les sols rencontrés sont principalement les sols ferrallitiques fortement désaturés et les sols hydromorphes [15]. Les sols ferrallitiques fortement désaturés sont appauvris et sont formés sur matériaux sableux ou sablo-faiblement argileux, pauvres en bases et très perméables. Les sols hydromorphes occupent de très vastes étendues dans la partie centrale de la zone d'étude.

Ces sols sont dans l'ensemble très sableux (86-96% de sables), riches en sables fins (62-73%), pauvres en matière organique (1,69-1,88%), en argiles (0-8,5%) et très perméables. Le pH oscille entre 5,2 et 5,9 et le rapport C/N entre 13 et 20 [13].

2-1-4. Végétation

La végétation de la zone d'étude est dominée par les forêts et les savanes. Les savanes sont de quatre types : savane à *Hyparrhenia diplandra* Stapf, savane à *Trachypogon thollonii* Stapf, savane à *Andropogon schirensis* Hochst et savane à *Loudetia simplex* C.E. Hubbard.

- Les savanes à *Hyparrhenia diplandra* sont des formations herbeuses hautes (2 à 4m) et fermées. Elles possèdent une strate arbustive de densité variable avec *Hymenocardia acida*, *Annona arenaria*, *Bridelia ferruginea* et *Vitex madiensis*;
- Les savanes à *Trachypogon thollonii* ont un tapis clair et une strate arbustive réduite ou presque absente à base de *Hymenocardia acida* accompagné de *Annona arenaria* et d'autres arbustes ;
- Les savanes à *Andropogon schirensis* qui possèdent un tapis herbacé plus élevé, dense et homogène avec une strate arbustive claire. Cette formation s'apparente floristiquement à la savane à *Trachypogon thollonii* et à celle à *Hyparrhenia diplandra*, mais *Trachypogon thollonii* disparaît presque complètement et est remplacé par *Andropogon schirensis*;
- Les savanes à *Loudetia simplex* qui sont des formations herbeuses à tapis herbacé ras et clair, à base de *Loudetia simplex*, dépourvues de strate arbustive.

Les forêts sont également de plusieurs types ; on y trouve des forêts de terre ferme, des forêts marécageuses et des forêts inondables [16]. Les forêts mésophiles caducifoliées sont les plus représentatives dans la zone d'étude. Elles ne forment pas de grands massifs forestiers compacts et se situent dans la zone de contact forêt-savane et galeries forestières.

2-2. Méthodes d'étude

2-2-1. Dispositif expérimental

Quatre stations ont été retenues pour la délimitation des parcelles expérimentales. Il s'agit des stations d'Akongo et Tsokia (Ollombo), Loussa (Owando) et Aérodrôme (Makoua). Chaque station est composée de deux parcelles expérimentales comme le montre le **Tableau 1**. La station d'Akongo, à Ollombo, comprend une parcelle de savane à *Hyparrhenia diplandra* et une autre de savane à *Loudetia simplex*. La station de Tsokia, toujours à Ollombo, comprend elle aussi une parcelle à *Hyparrhenia diplandra* et une autre à *Loudetia simplex*. La station de Loussa, à Owando, comprend deux parcelles de savane à *Loudetia simplex*, alors que celle d'Aérodrôme, à Makoua, comprend deux parcelles de savane à *Hyparrhenia diplandra*. Chaque parcelle a une superficie 2500m² (soit 50m x 50m) et est subdivisée en quatre placeaux (**Figure 1**). Les stations d'Akongo et de Tsokia permettent d'apprécier la variabilité interstationnelle de la phytomasse, alors que celles de Loussa et d'Aérodrôme permettent d'apprécier la variabilité intrastationnelle de la phytomasse. Dans chaque parcelle de productivité, des placeaux sont subdivisés en placettes pour le prélèvement des échantillons de phytomasse.

2-2-2. Mesure de la phytomasse aérienne herbacée

La phytomasse aérienne de la strate herbacée est mesurée par la méthode de la récolte estimée particulièrement fiable [17]. Les mesures sont effectuées dans des placettes de 1m² choisies au hasard dans une parcelle dite de productivité, avec trois répétitions, soit 4 fois 1m² (4m²). Pour minimiser l'effet de bordure, des récoltes contiguës sont faites sur une surface de 4m x 1m pour tous les types de savanes. Cette pratique appliquée par APANI (1990) a l'avantage de ne pas occasionner trop de perturbations de la végétation.

Les parties aériennes des plantes sont coupées au ras du sol à l'aide d'une machette. Les espèces ne sont pas triées lors des coupes car, il s'agit de l'évaluation de la phytomasse totale. Les échantillons obtenus sont pesés à l'état frais et emballés dans du papier journal, séchés à l'air libre puis ramenés au laboratoire où ils sont séchés à l'étuve à 85°C pendant 24 heures.

Tableau 1 : Présentation des parcelles expérimentales.

Site d'étude Parcelles	Station		Type de savane
Ollombo	Akongo	<i>S. Hyparrhenia</i>	Parcelle n° 1 (P1)
Ollombo	Akongo	<i>S. Loudetia</i>	Parcelle n° 2 (P2)
Ollombo	Tsokia	<i>S. Hyparrhenia</i>	Parcelle n° 3 (P3)
Ollombo	Tsokia	<i>S. Loudetia</i>	Parcelle n° 4 (P4)
Owando	Loussa	<i>S. Loudetia</i>	Parcelle n° 5 (P5)
Owando	Loussa	<i>S. Loudetia</i>	Parcelle n° 6 (P6)
Makoua	Aérodrome	<i>S. Hyparrhenia</i>	Parcelle n° 7 (P7)
Makoua	Aérodrome	<i>S. Hyparrhenia</i>	Parcelle n° 8 (P8)

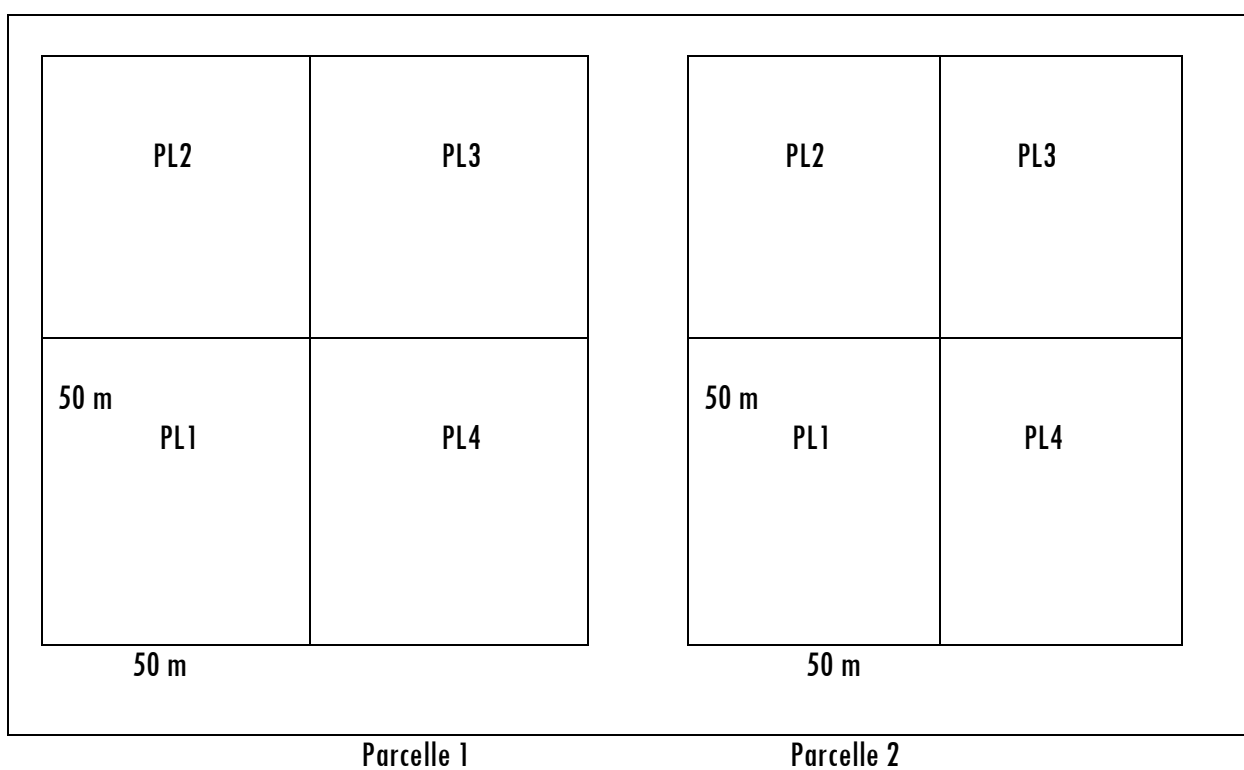


Figure 1 : Schéma d'une station d'étude.

PI = Placeau

Après le séjour à l'étuve, les échantillons sont pesés et on obtient un poids sec. Une phytomasse moyenne est calculée pour l'ensemble des placettes. Les mesures sont faites tous les mois, après les feux du début de la saison sèche, pendant deux années consécutives sans interruption dans huit parcelles permanentes : quatre parcelles à *Hyparrhenia diplandra* (Parcelle n° 1, Parcelle n° 3, Parcelle n° 7 et Parcelle n° 8) et quatre parcelles à *Loudetia simplex* (Parcelle n° 2, Parcelle n° 4 et Parcelle n° 5). A Makoua (station d'Aérodrome), la mesure de phytomasse n'a pas été faite au mois d'octobre de la première année de prélèvement des échantillons de phytomasse, à cause des aléas climatiques qui avaient causé l'inondation d'une partie de la route Owando-Makoua.

2-2-3. Détermination de la productivité aérienne herbacée

La productivité primaire nette (P.N.) réelle [18] s'obtient selon l'équation ci-après :

$P.N._{réelle} = \Delta B_{réel} / \Delta t$, où $\Delta B_{réel}$ représente l'accroissement réel de la biomasse pendant le temps Δt ($\Delta t =$ un an, en général). $\Delta B_{réel} = \Delta B_{app} + \Delta N_{réel} + I$

Pendant notre étude, l'action des consommateurs primaires n'a pas été constatée ; mais, ceci ne signifie pas qu'elle n'existe pas. En outre, la masse végétale est en majorité constituée par les espèces graminoides dont la récolte sur pied représente la biomasse et la nécromasse car, les feuilles mortes ne se détachent pas des tiges ou restent longtemps rattachées aux tiges. Pour cette raison, la décomposition de la nécromasse est considérée comme très faible (voire négligeable) dans un cycle annuel. D'où la productivité primaire nette réelle est égale à la productivité primaire nette apparente ou mesurée. La productivité primaire nette apparente est déterminée par la méthode de la différence maximale de la phytomasse qui est une méthode couramment employée [19]. Elle consiste à assimiler la productivité à la différence de phytomasse entre le moment où elle est maximale et celui où elle est minimale dans le cycle saisonnier.

2-2-4. Caractérisation des sols

Les échantillons de sols ont été prélevés à la tarière sur la profondeur de 0-20 cm. Le choix porte sur cette profondeur parce qu'elle constitue la partie du sol la plus colonisée par les racines des graminées, qui constituent l'essentiel du potentiel fourrager des savanes. Dans chaque parcelle retenue, trois prélèvements ont permis de former l'échantillon moyen. Les échantillons ainsi obtenus ont été séchés à l'air libre. Ils ont été ensuite préparés pour des analyses granulométrique et chimiques. L'analyse granulométrique et une partie des analyses chimiques ont été faites au Laboratoire commun d'analyses de l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD), centre de Pointe-noire. L'analyse granulométrique a été effectuée par la méthode de la pipette Robinson. Le taux de matière organique a été calculé par la méthode de destruction et de pesée. Les analyses chimiques ont porté sur le pH (H_2O et KCl), le carbone total (méthode de Walkley et Black), l'azote total (méthode de Kjeldahl), et le phosphore total (méthode de colorimétrie à froid sur solutions de cendres végétaux). Le rapport C/N renseignant sur le recyclage de la matière organique a été calculé. La capacité d'échange cationique (CEC) a été déterminée au Laboratoire d'Analyses des Sols de l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), centre d'Arras (France), par une méthode décrite par CIESIELESKI et STERCKEMAN [20].

3. Résultats

3-1. Caractéristiques des sols des savanes de la Cuvette congolaise

Les deux types de sols sont très sableux : 79,94-91,15% de sables pour le sol sous savane à *Hyparrhenia diplandra*, et 94,85-98,38% de sables pour le sol sous savane à *Loudetia simplex*. Le sol sous savane à *L. simplex* est légèrement plus sableux que celui sous savane à *Hyparrhenia diplandra*. Les taux en argiles sont très faibles dans l'ensemble. Ils varient de 5,50-14,00% dans le sol sous savane à *Hyparrhenia diplandra* et de 0,00-1,00% dans le sol sous savane à *Loudetia simplex*. Le sol sous savane à *Hyparrhenia diplandra* est légèrement plus riche en argiles que celui sous savane à *Loudetia simplex*. Ces sols sont très pauvres en matière organique. Leurs taux oscillent de 1,56-1,71% sous savane à *Hyparrhenia diplandra* et de 0,96-1,03% sous savane à *Loudetia simplex*. Ces résultats montrent que les sols des savanes de la Cuvette congolaise sont très sableux, très pauvres en argiles et en matière organique.

Quelques indications sur l'interprétation des teneurs des sols en différents éléments ont été données par RICHE [21]:

Si : -Matière organique (% de sol) : <1,5 : taux bas ; 1,5-3% : taux moyen ; >3% : taux élevé ;

-Azote total (%₀ de sol) : <1%₀ : taux bas ; 1-2%₀ : taux moyen ; >2%₀ : taux élevé ;

Globalement les teneurs en azote sont faibles par rapport aux normes ci-dessus. Elles oscillent entre 0,56 et 0,59 %₀ dans le sol sous savane à *Hyparrhenia diplandra* et entre 0,56 et 0,92 %₀ dans le sol sous savane à *Loudetia simplex*. Ce sont donc des sols très pauvres en azote. Le rapport C/N est faible. Il varie entre 16,25 et 16,77 dans le sol sous savane à *Hyparrhenia diplandra* et entre 6,08 et 10,71 dans le sol sous savane à *Loudetia simplex*. La capacité d'échange cationique atteint 1,54 cmol⁺kg⁻¹ dans le sol sous savane à *Hyparrhenia diplandra* et est inférieure à 1 cmol⁺kg⁻¹ dans le sol sous savane à *Loudetia simplex*.

3-2. Phytomasse aérienne herbacée

3-2-1. Savane à *Hyparrhenia diplandra*

La variation de la phytomasse aérienne herbacée de la savane à *Hyparrhenia diplandra* est représentée dans le **Tableau 2**. La phytomasse croît en période pluvieuse et baisse avec le ralentissement des pluies. La production maximale de la phytomasse atteinte au mois de mai est de 9,74 ± 0,04 t MS ha⁻¹ à Akongo; 10,44 ± 0,32 t MS ha⁻¹ à Tsokia ; 9,48 ± 0,24 t MS ha⁻¹ à Aérodrôme, parcelle 1 et 10,22 ± 0,18 t MS ha⁻¹ à Aérodrôme, Parcelle 2.

La production de la phytomasse de la savane à *Hyparrhenia diplandra* varie d'une station à une autre et d'une parcelle à une autre (pour le cas d'une même station), certainement en relation avec l'humidité et la nature du sol. L'analyse de variance, réalisée à partir des valeurs de phytomasses maximales moyennes obtenues dans les trois stations, ne révèle pas de différence significative. La variabilité interstationnelle et la variabilité intrastationnelle de la production de la phytomasse aérienne herbacée de la savane à *Hyparrhenia diplandra*, sont donc très faibles dans notre zone d'étude. La phytomasse aérienne moyenne au maximum de la végétation de la savane à *Hyparrhenia. diplandra* est de 9,97 ± 0,38 t MS ha⁻¹.

3-2-2. Savane à *Loudetia simplex*

Le **Tableau 3** montre la variation de la phytomasse aérienne de la strate herbacée de la savane à *Loudetia simplex*. De façon générale, la phytomasse croît avec les pluies et baisse avec le ralentissement des pluies. La phytomasse maximale moyenne atteinte est de 4,52 ± 0,35 t MS ha⁻¹ à Akongo; 4,51 ± 0,19 t MS ha⁻¹ à Tsokia; 3,43 ± 0,13 t MS ha⁻¹ à Loussa, Parcelle 1 et 3,66 ± 0,13 t MS ha⁻¹ à Loussa, Parcelle 2. La production de la phytomasse de la savane à *Loudetia simplex* varie d'une station à une autre et d'une parcelle à une autre, pour le cas d'une même station. L'analyse de variance, réalisée à partir des valeurs de phytomasses moyennes maximales obtenues dans les trois stations, ne révèle pas de différence significative. La variabilité intrastationnelle et la variabilité interstationnelle de la phytomasse aérienne herbacée de la savane à *Loudetia simplex* de notre zone d'étude sont donc faibles. La phytomasse moyenne au maximum de la végétation est de 4,03 ± 0,49 t MS ha⁻¹.

N.B. : L'analyse de variance montre une différence significative de phytomasses entre la savane à *Hyparrhenia diplandra* et la savane à *Loudetia simplex*. La savane à *Hyparrhenia diplandra* a une phytomasse plus élevée que la seconde.

Tableau 2 : Variation de la phytomasse aérienne herbacée (t MS ha⁻¹) de la savane à *Hyparrhenia diplandra*

Station	Parcelle	Phytomasse (t MS ha ⁻¹)											
		A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J
Akongo	P1	0,43 ±0,10	1,29 ±0,01	2,67 ±0,11	2,94 ±0,10	5,11 ±0,14	6,43 ±0,05	6,97 ±0,08	6,56 ±0,35	7,13 ±0,17	9,74 ±0,04	8,68 ±0,29	7,40 ±0,19
Tsokia	P3	0,40 ±0,09	1,12 ±0,22	2,27 ±0,15	2,98 ±0,15	4,55 ±0,09	5,93 ±0,11	6,94 ±0,43	6,81 ±0,45	7,53 ±0,24	10,44 ±0,32	9,01 ±0,10	7,77 ±0,09
Aérodrome	P7	0,38 ±0,00	1,15 ±0,03	2,48 ±0,00	3,88 ±0,10	5,43 ±0,22	5,56 ±0,11	6,27 ±0,07	7,52 ±0,27	8,86 ±0,07	9,48 ±0,24	8,45 ±0,13	7,81 ±0,16
Aérodrome	P8	0,44 ±0,02	1,21 ±0,09	3,00 ±0,00	3,78 ±0,18	4,41 ±0,04	5,50 ±0,02	7,49 ±0,14	7,75 ±0,22	9,00 ±0,25	10,22 ±0,18	9,34 ±0,16	8,59 ±0,16

Tableau 3 : Variation de la phytomasse aérienne herbacée (t MS ha⁻¹) de la savane à *Loudetia simplex*.

Station	Parcelle	Phytomasse (t MS ha ⁻¹)											
		A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J
Akongo	P2	0,23 ±0,005	1,21 ±0,04	2,45 ±0,32	2,70 ±0,05	4,33 ±0,11	4,32 ±0,03	3,98 ±0,12	4,11 ±0,09	3,92 ±0,04	4,52 ±0,35	4,35 ±0,33	3,94 ±0,05
Tsokia	P4	0,64 ±0,05	1,50 ±0,12	2,41 ±0,02	3,32 ±0,12	4,22 ±0,10	4,19 ±0,06	4,20 ±0,10	3,75 ±0,10	4,13 ±0,07	4,51 ±0,19	4,20 ±0,23	3,73 ±0,30
Loussa	P5	0,29 ±0,08	1,50 ±0,83	1,78 ±0,44	1,86 ±0,11	2,00 ±0,35	2,20 ±0,16	2,04 ±0,05	2,32 ±0,21	2,87 ±0,08	3,43 ±0,13	3,19 ±0,05	2,83 ±0,04
Loussa	P6	0,20 ±0,06	0,77 ±0,17	1,68 ±0,65	1,82 ±0,05	2,36 ±0,35	2,42 ±0,03	2,90 ±0,07	2,39 ±0,26	2,78 ±0,03	3,66 ±0,13	3,36 ±0,22	3,04 ±0,08

La phytomasse aérienne herbacée est fortement corrélée aux teneurs en argiles ($R^2 = 0,729$) et en azote ($R^2 = 0,570$).

3-3. Productivité de la phytomasse aérienne herbacée

La productivité de la phytomasse aérienne de la strate herbacée est présentée dans le **Tableau 4**. Il s'agit de la productivité primaire nette apparente qui s'assimile à la productivité primaire nette réelle. Cette productivité moyenne oscille de $9,29 \pm 0,05$ à $10,04 \pm 0,23$ t MS ha⁻¹an⁻¹, pour la savane à *Hyparrhenia diplandra* et de $3,32 \pm 0,23$ à $4,29 \pm 0,35$ t MS ha⁻¹an⁻¹, pour la savane à *Loudetia simplex*. Elle varie d'un type de savane à un autre et d'une station à une autre. La savane à *Hyparrhenia diplandra* est plus productive que celle à *Loudetia simplex*.

Tableau 4 : Productivité de la phytomasse aérienne herbacée (t MS ha⁻¹an⁻¹) des savanes de la Cuvette congolaise

Site d'étude	Station	Type de savane	Parcelle	Productivité (t MS ha ⁻¹)
Ollombo	Akongo	Savane à <i>Hyparrhenia diplandra</i>	P1	$9,31 \pm 0,14$
Ollombo	Akongo	Savane à <i>Loudetia simplex</i>	P2	$4,29 \pm 0,35$
Ollombo	Tsokia	Savane à <i>Hyparrhenia diplandra</i>	P3	$10,04 \pm 0,23$
Ollombo	Tsokia	Savane à <i>Loudetia simplex</i>	P4	$3,87 \pm 0,15$
Owando	Loussa	Savane à <i>Loudetia simplex</i>	P5	$3,32 \pm 0,23$
Owando	Loussa	Savane à <i>Loudetia simplex</i>	P6	$3,59 \pm 0,2$
Makoua	Aérodrome	Savane à <i>Hyparrhenia diplandra</i>	P7	$9,29 \pm 0,05$
Makoua	Aérodrome	Savane à <i>Hyparrhenia diplandra</i>	P8	$9,99 \pm 0,05$

4. Discussion

Les résultats de recherche sur la phytomasse des savanes en zone intertropicale montrent que la production de la phytomasse est variable d'une zone écologique à une autre. Au Sahel malien, DJITEYE [22] a trouvé une phytomasse maximale de 1-2,7 t MS ha⁻¹. GROUZIS [23] a trouvé au Sahel burkinabé une phytomasse maximale de l'ordre de 3,5 t MS ha⁻¹. FOURNIER et al. [3] ont trouvé à Outigo-Finiti, en région soudano-guinéenne, une phytomasse maximale de 3-10 t MS ha⁻¹. AFOLAYAN [24] a trouvé une phytomasse maximale de 3,5-7,45 au Nigéria. CESAR [5] a trouvé en Côte d'Ivoire, région guinéenne, une phytomasse maximale de 3-17 t MS ha⁻¹. RIPPSTEIN [25] a trouvé au Cameroun, en région guinéenne, une phytomasse maximale de 7-20 t MS ha⁻¹. Dans la Cuvette congolaise, en région guinéenne, nous avons trouvé une phytomasse maximale qui varie de 3,32 à 10,04 t MS ha⁻¹ selon les types de savanes, et les stations d'étude. Tous ces résultats des divers auteurs confirment la variabilité de la phytomasse en fonction des zones écologiques et des groupements végétaux. Ces auteurs rapportent également que la phytomasse varie avec la topographie. Cette différence de phytomasse selon la situation topographique est attribuable à la composition floristique en rapport avec les conditions du sol (approvisionnement en eau, caractères physiques et chimiques) et à la structure des groupements herbacés.

SAN JOSE et MEDINA [26] ont enregistré en Colombie une phytomasse annuelle de 4,15 t MS ha⁻¹ en zone brûlée et une phytomasse de 3,25 t MS ha⁻¹ en zone protégée. Ceci semble montrer que le feu favorise l'augmentation de la production herbacée. Les données consultées sont parfois contradictoires. Au Brésil central (Cerrado), COUTINHO (1979) cité par APANI [9] souligne que l'action du feu est négligeable sur la phytomasse. SMITH [27] affirme que l'incendie dans une savane du nord de l'Australie réduit la productivité. Cette réduction devient plus prononcée lorsque l'incendie a lieu en saison des pluies. BROCKINGTON [28] a trouvé des résultats similaires en Zambie. BLYDENSTEIN [29], au Venezuela, montre que lorsque le feu a lieu en début de saison sèche, on note une augmentation de la productivité. Ce dernier cas est similaire à nos observations dans la Cuvette congolaise. ABBADIE [30] et FOURNIER [31] ont aussi montré que la phytomasse croît rapidement après le brûlis. Le feu, en favorisant la réincorporation des éléments minéraux des cendres dans le sol, jouerait ainsi le rôle « d'engrais noir » [32]. Dans ce cas, il contribue efficacement à la restauration de la fertilité des sols sans apport de fertilisants ni d'engrais externes tout en garantissant, dans les conditions normales de jachère, des rendements satisfaisants [33].

La destruction de la matière organique fraîche ou décomposée par le feu permet la libération des éléments minéraux (Ca, Mg et K) qui enrichissent la solution du sol et sont disponibles pour les plantes [34, 35, 36, 37, 38, 39]. Cette libération des éléments minéraux entraîne une augmentation du pH de l'horizon superficiel (0-5cm) qui est fonction de la température atteinte pendant le brûlis. Dans les sols acides (pH < 5,0), le brûlis peut favoriser une remontée des valeurs de pH à des niveaux proches de la neutralité [40, 41]. Ceci crée des conditions favorables aux microorganismes intervenant dans la nitrification et la fixation d'azote. Mais le feu, en détruisant la matière organique et les colloïdes du sol, contribuerait également à diminuer la capacité d'échange cationique [42]. Ce qui pourrait expliquer la faible capacité d'échange cationique des sols des savanes de la Cuvette congolaise, qui sont brûlées à chaque saison « sèche » de l'année. Selon MAKANY [8], la phytomasse maximale de la végétation est de 8,4 t MS ha⁻¹ pour la savane à *Hyparrhenia diplandra* et de 3,8 t MS ha⁻¹ pour la savane à *Loudezia simplex* dans les Plateaux Téké. DIAMOUANGANA et KIYINDOU [43] et DIAMOUANGANA [6] ont évalué la phytomasse maximale des savanes de la Dihessé (Vallée du Niari) respectivement à 9,5 et 9,4 t MS ha⁻¹.

Ces valeurs sont légèrement en dessous de celles que nous avons trouvées dans la Cuvette congolaise (9,97 ± 0,38 t MS ha⁻¹ en moyenne dans la savane à *Hyparrhenia diplandra* et 4,03 ± 0,49 t MS ha⁻¹ dans la savane à *Loudezia simplex*). Ceci pourrait s'expliquer par le fait que dans la Cuvette congolaise, la

régularité des pluies offre au sol l'humidité permanente qui serait un facteur favorable pour la croissance des végétaux. Par contre, dans les Plateaux Téké [8] et dans la Vallée du Niari [6] au Congo-Brazzaville, il existe des périodes de déficit pluviométrique entraînant des déficits hydriques au niveau du sol. L'absence de corrélation entre la phytomasse et la pluviométrie dans notre zone d'étude montre que la pluviométrie n'est pas un facteur qui influencerait directement la production de la phytomasse, mais elle agirait par l'intermédiaire de l'humidité du sol. Cependant au Sahel, GROUZIS [23] a montré que la pluviométrie détermine pratiquement l'importance de la production végétale. Ceci semble montrer qu'en zone équatoriale la pluviométrie n'est plus un facteur limitant de la production herbacée.

L'analyse de variance (ANOVA) révèle une différence significative de phytomasses entre la savane à *Hyparrhenia diplandra* et celle à *Loudetia simplex*, quelle que soit la station. La savane à *Hyparrhenia diplandra* (9,48 - 10,44 t MS ha⁻¹) est plus productive que la seconde (3,43 - 4,52 t MS ha⁻¹). Ceci pourrait s'expliquer par les différences de teneurs en argiles des sols sous ces deux types de savanes. Les corrélations trouvées entre phytomasse et argiles ($R^2 = 0,729$) en seraient les preuves. BAYER et WATERS-BAYER [4] (1989) ont révélé que la pauvreté des sols sableux en azote limite la production primaire. L'argile agit donc dans la rétention de l'eau et des éléments minéraux, indispensables pour la croissance des végétaux. Le rapport C/N étant faible, le recyclage de la matière organique dans ces sols serait rapide. La production moyenne annuelle de la phytomasse aérienne herbacée serait donc la résultante d'une combinaison sol-climat. Ce qui expliquerait la différence de phytomasse des savanes des zones écologiques tropicales.

5- Conclusion

Notre étude a permis d'évaluer la phytomasse aérienne herbacée en relation avec les sols et la productivité de deux types de savanes dominantes de la Cuvette congolaise : savane à *Hyparrhenia diplandra* et savane à *Loudetia simplex*. Ces deux types de savanes sont sur sols sableux, acides, pauvres en matière organique et en azote. Le sol sous savane à *Hyparrhenia diplandra* paraît légèrement plus riche en argiles et en azote que celle à *Loudetia simplex*. La phytomasse aérienne de la strate herbacée varie au cours de l'année selon les types de savanes et les stations, en rapport les teneurs en argiles et en azote. Elle croît en période pluvieuse et baisse en période « sèche ». Dans la savane à *Hyparrhenia diplandra*, la phytomasse maximale moyenne est de $9,97 \pm 0,38$ t MS ha⁻¹.

Au niveau de la savane à *Loudetia simplex*, la phytomasse maximale moyenne est de $4,03 \pm 0,49$ t MS ha⁻¹. La savane à *Hyparrhenia diplandra* est plus productive que celle à *Loudetia simplex*. Cette différence de phytomasse entre les savanes s'expliquerait par la légère richesse du sol sous savane à *Hyparrhenia diplandra* en argiles par rapport au sol sous savane à *Loudetia simplex*. Les teneurs en argiles du sol semblent le paramètre qui explique les différences de phytomasses des savanes. La savane à *Hyparrhenia diplandra* est donc plus favorable pour des activités agricoles et pastorales que celle à *Loudetia simplex*. La gestion durable de ces savanes nécessite cependant beaucoup de précautions à cause du caractère sableux des sols.

Références

- [1] - J. HOOCK J, Les savanes guyanaises: Kourou. Essai de phytoécologie numérique, ORSTOM, Paris, France, (1971) 251.
- [2] - A. CORNET, Mesure de biomasse et détermination de la production nette aérienne de la strate herbacée dans trois groupements végétaux de la zone sahélienne au Sénégal. *Acta Oecologica, Decol Plant*, 2 (16) n° 3, (1981) 251-266.
- [3] - A. FOURNIER, O. HOFFMANN et J.L. DEVINEAU, Variation de la phytomasse herbacée le long d'une toposéquence en zone soudano-guinéenne, Ouango-Fitini (Côte d'Ivoire). *Bulletin IFAN*, 44 série A n° 1-2, (1982) 71-77.
- [4] - W. BAYER and A. WATERS-BAYER, Adapting tropical pasture research to the production system: from Australian ranching to africain pastoralism. *Farming systems*, 25, (1989) 277-289.
- [5] - J. CESAR, Etude de la production biologique des savanes de Côte d'Ivoire et son utilisation par l'homme : biomasse, valeur pastorale et production fourragère. Thèse, Université Paris VI, France, (1990) 609.
- [6] - J. DIAMOUANGANA, Tenneurs en éléments minéraux des fourrages de la plaine de Dihessé (Congo-Brazzaville) : proposition de complémentation pour bovins. *Annales de l'Université Marien Ngouabi*, 1, (2000)103-115.
- [7] - J. DIAMOUANGANA, Relations interspécifiques dans les strates herbacées des savanes de Louboulou (Congo-Brazzaville). *Annales de l'Université Marien Ngouabi*, 3, (2002) 93-107.
- [8] - L. MAKANY, Végétation des Plateaux Téké (Congo). Thèse de Doctorat d'Etat, Paris, Orsay, France, (1976) 301.
- [9] - E. APANI, Contribution à l'étude phyto-écologique de la savane à *Loudetia demeusei* et *Hymenocardia acida* des contreforts des Plateaux Téké (République Populaire du Congo). Thèse de Doctorat, Université de Rennes I, France, (1990)147.
- [10] - B. DESCOINGS, Les grandes régions naturelles du Congo. *Candollea*, 30, (1975) 91-120.
- [11] - A.G. ZASSI-BOULOU, Evaluation des potentialités fourragères des savanes de Mbié (Sous-préfecture d'Okoyo, Département de la Cuvette ouest). Mémoire d'ingénieur de Développement rural, Université Marien Ngouabi, Brazzaville, Congo, (2004) 120.
- [12] - J. YOKA J, Contribution à l'étude phyto-écologique des savanes de la zone d'Ollombo (Cuvette congolaise, République du Congo). Mémoire de Diplôme d'Etudes Approfondies, Faculté des Sciences, Université Marien Ngouabi, Brazzaville, Congo, (2006) 53.
- [13] - J. YOKA, J.J. LOUMETO et J. VOUIDIBIO, Quelques caractéristiques écologiques des savanes de la zone d'Ollombo (Cuvette congolaise, République du Congo). *Annales de l'Université Marien Ngouabi*, Brazzaville, Congo, 8 (4), (2007) 75-87
- [14] - C. BOUKA-BIONA et J.D. SOUNGA, Corrélation entre la localisation des foyers des séismes et les zones de limitation des horts et grabens du soubassement de la Cuvette congolaise (Afrique centrale). *Annales de l'Université Marien Ngouabi*, 2 (1), (2001) 125-139.
- [15] - ORSTOM., Atlas du Congo, 10 cartes couleur avec notice. Brazzaville, ORSTOM (1969).
- [16] - UICN., La conservation des écosystèmes forestiers du Congo. Brazzaville, UICN, (1990) 187 p.
- [17] - A. FOURNIER, Cycle saisonnier et production nette de la matière végétale herbacée en savanes soudaniennes pâturées. Les jachères de la région de Boudoukuy (Burkina-Faso). *Ecologie*, 25 (3), (1994) 173-188.
- [18] - D. BILLIARD, Importance de l'inondation dans la différenciation et l'évolution cyclique annuelle des phytocénoses de la zone de confluence Mayenne-Sarthe-Loir. Thèse 3è cycle, Université de Rennes, France, (1979) 220.

- [19] - M. GOUNOT, O. YU et J. NKANDZA, Insertion de la morphogenèse dans les modèles de productivité primaire. *Oecologia Generalis*, 3 (1), (1980) 53-74.
- [20] - H. CIESIELESKI and T. STERKEMAN, Determination of cation exchange capacity and exchangeable cations in soils by means of cobalt hexamine trichloride. Effects of experimental conditions. *Agronomie*, (1997) 17, 1-7.
- [21] - G. RICHE, Les sols et l'amélioration des conditions agro-sylvo-pastorales dans le bassin du Wabi schebelle (Ethiopie). *Cahiers ORSTOM, Paris*, série Pédologie, Vol. XIII, n°3/4, (1975) 195-221.
- [22] - M.A. DJITEYE, Composition, structure et production des communautés végétales sahéliennes : application à la zone de Niono (Mali). Thèse, Univ. Paris-sud Orsay, (1988) 150.
- [23] - M. GROUZIS, Structure, productivité et dynamique des systèmes écologiques sahéliens (Mare d'Oursi, Burkina Faso). Thèse de Doctorat d'Etat, Université Paris Sud, Orsay, France, (1987) 338.
- [24] - T.A. AFOLAYAN T, Grass biomass production in a northern guinea savanna ecosystem. *Oecol Plant*, 13 (4), (1978) 375-386.
- [25] - G. RIPPSTEIN, Etude sur la végétation de l'Adamaoua. Etude et synthèses de l'IEMVT, Paris, France, n°14, (1985) 367.
- [26] - J.J. SAN JOSE and A. MEDINA, Effect of fire on organic matter production in a tropical savanna. *In: F.B. Golley and Medina (Editions), Tropical Ecological systems*. Ecological studies, Springer-verlag, Berlin, Allemagne, (1975) 251-264.
- [27] - E.L. SMITH, Effects of burning and chipping at various times during the west season on tropical tall grass ranges in Northern Australia. *J. Range Manager*, 13, (1960) 197-203.
- [28] - N.R. BROCKINGTON, Studies on the growth of *Hyparrhenia* dominant grass land in Northern Rhodesia. Fertilizer reponse, the effect of fire. *J Br Grassi Soc*, 16, (1961) 54-64.
- [29] - J. BLYDENSTEIN, Burning and tropical american savannas. Proc Tall timbers fire Ecol Conf, 8, (1968) 1-14.
- [30] - L. ABBADIE, Evolution saisonnière du stock d'azote dans la strate herbacée d'une savane soumise au feu en Côte-d'Ivoire. *Acta Oecologia, Oeco. Plant*, Vol 5 (19), 4, (1984) 321-334.
- [31] - A. FOURNIER, Phénologie, croissance et production végétales dans quelques savanes d'Afrique de l'ouest. Variation selon un gradient climatique. Thèse d'Etat, Université Paris VI, (1991) 312.
- [32] - MONNIER Y., 1981. *La poussière et la cendre. Paysages, dynamiques des formations végétales et stratégies des sociétés en Afrique de l'Ouest*. ACCT, Paris, 250 p.
- [33] - M. GUTELMAN, L'agriculture itinérante sur brûlis. *La Recherche*, n° 216, (1989) 1464-1474.
- [34] - R. DAUBENMIRE, Ecology of fire in grasslands. *Advances in ecological research*, 5, (1968) 209-266.
- [35] - F. SIGAUT, L'agriculture et le feu. Rôle et place du feu dans les techniques de préparation du champ de l'ancienne agriculture européenne. Ed. Mouton et Co., Paris, La Haye, (1975) 320
- [36] - R.J RAISON R, Modification of soil environment by vegetation fires, with particular reference to nitrogen transformations. *Review plant and soil*, 51, (1979) 73-108.
- [37] - R.G. WOODMANSEE and L.S. WALLACH L.S, Effects of fire regimes on biogeochemical cycles. *Ecol Bull*, 33, (1981) 649-669.
- [38] - J.P. ANDRIESSE and R.M. SCHELHAAS, A monitoring study of nutrient cycles in soils used for shifting cultivation under various climatic conditions in tropical Asia. II. Nutrient stores in biomass and soil. *Agric Ecosystems Environ*, 19, (1987a) 285-310.
- [39] - J.P. ANDRIESSE and R.M. SCHELHAAS, 1987b. A monitoring study of nutrient cycles in soils used for shifting cultivation under various climatic conditions in tropical Asia. III. The effects of land clearing through burning on fertility level. *Agric Ecosystems Environ*, 19, (1987b) 311-332.
- [40] - H.W. FASSBENDER, Experimentos de laboratorio para el estudio del efecto del fuego de la quema de restos vegetales sobre las propiedades de suelo. *Turrialba*, 25, 3, (1975) 249-254.

- [41] - K. KYUMA, T. TULAPHITAK, C. PAIRINTRA, Changes in soil fertility and tilthunder shifting cultivation : I. General description of soil and effectof burning on the soil characteristics. *Soil Sci Plant Nutr*, 31, 2,(1985) 227-238.
- [42] - H. NISHITA and R.M. HAUG, Some physical and chemical characteristics of heated soils. *Soil Science*, 113 (6), (1972) 422-430.
- [43] - J. DIAMOUANGANA et P. KIYINDOU, Carte de potentialités fourragères du ranch de Dihessé. Document de la Direction Générale de la Recherche Scientifique et Technique, Brazzaville, Congo, Notice n°5, (1983) 53.