Afrique SCIENCE *13(3) (2017) 15 - 29*
ISSN 1813-548X, http://www.afriquescience.info

Impact de la pâture sur la diversité floristique et la production herbacée des savanes de la zone de Boundji, cuvette congolaise, République du Congo

Carine BOKATOLA MOYIKOLA, Joseph YOKA* et Jean Joël LOUMETO

Université Marien Ngouabi, Faculté des Sciences et Techniques, Laboratoire de Botanique et Ecologie, BP 69 Brazzaville, Congo

* Correspondance, courriel : *joseph_yoka@yahoo.fr*

Résumé

L'objectif de cette étude est d'évaluer la diversité floristique, la production herbacée et l'état physico-chimique des sols des savanes pâturées et non pâturées de la zone de Boundji. L'inventaire floristique a été fait par la méthode des points quadrats alignés et la phytomasse a été évaluée par la méthode de la récolte. Les sols ont été analysés au laboratoire d'analyse chimique de Pointe-Noire. Les résultats montrent que dans la zone de Boundji, les sols se dégradent très rapidement sous l'influence de la pâture, à cause du caractère sableux des sols (44,10 % à 78,35 % de sables grossiers) et du fait de leur pauvreté en matières organiques (0,61 à 3,07 %) et minérales (0,06 à 0,14 % d'azote). La comparaison des paramètres physico-chimiques entre les savanes pâturées et non pâturées montre que les teneurs en matière organique, carbone total et azote, régressent en savanes pâturées alors que le taux de sables grossiers et le pH augmentent. Ces modifications des paramètres physico-chimiques se traduisent par une modification de la composition floristique des savanes. Il y'a régression ou progression selon les cas des indices de diversité (diversité maximale, indice de Shannon et équitabilité de Piélou). Les espèces les plus appétées disparaissent pour céder la place aux espèces moins appétées; d'où le changement de l'état de la végétation de la zone d'étude. La phytomasse augmente en savanes pâturées parce qu'elle est constituée en grande partie par les espèces moins appétées.

Mots-clés : *savanes, pâture, diversité floristique, production herbacée, sols, Boundji.*

Abstract

Impact of pasture on floristic diversity and grassland production in the Boundji area, congolese basin, Republic of Congo

The objective of this study is to assess the floristic diversity, herbaceous production and the physicochemical state of the soils of the grazed and ungrazed savannas of the Boundji area. The floristic inventory was made by the method of the aligned quadrat points and the phytomass was evaluated by the method of the harvest. Soils were analyzed at the Pointe-Noire Chemical Analysis Laboratory. The results show that in the Boundji area, soils are degraded very rapidly under the influence of pasture because of the sandy nature of the soils (44.10 % to 78.35 % of coarse sands) and because of their Poverty in organic matter (0.61 to 3.07 %) and inorganic (0.06 to 0.14 % nitrogen). Comparison of physicochemical parameters between grazed and ungrazed savannas shows that the organic matter, total carbon and nitrogen, contents regress in grazed savannahs

while the level of coarse sands and the pH increase. These modifications of the physicochemical parameters result in a modification of the savannah floristic composition. There is a regression or progression, depending on the case, of the indices of diversity (maximum diversity, Shannon index and Piélou equitability). The most desirable species disappear to give way to less desirable species; hence the change in the state of vegetation in the study area. Phytomass increases in grazed savannas because it is largely made up of less palatable species.

Keywords : *savannah, pasture, plant diversity, grass production, soil, Boundji.*

1. Introduction

Les savanes tropicales couvrent en moyenne 15 millions de km² à la surface des continents émergés. Elles s'étendent entre les deux tropiques partout où les précipitations deviennent insuffisantes pour permettre le développement des écosystèmes forestiers [1]. Les savanes d'Afrique tropicale renferment de nombreuses potentialités agro-pastorales [2 - 5]. Elles constituent de grands pâturages naturels depuis toujours sollicités en élevage puisqu'elles fournissent la quasi-totalité de matière sèche consommée par le bétail en Afrique [3]. Mais les savanes sont souvent exposées au risque de dégradation à cause de l'exploitation irrationnelle. La dégradation étant définie par [6] comme une diminution de la capacité du pâturage à produire le fourrage utilisé par le bétail. De même [7], signalait déjà que l'utilisation des savanes à des fins pastorales pose avec acuité le problème de la surexploitation de la biodiversité végétale et compromet le renouvellement des espèces herbacées. En zone Tropicale aride et semi-aride, [3] montre que le surpâturage est la deuxième cause humaine de désertification après l'extension des cultures et avant l'exploitation du bois. Dans la mesure où il faut encourager le développement durable, il y'a la nécessité d'exploiter rationnellement les ressources naturelles. Dans cette optique, de nombreuses études floristiques et écologiques ont porté sur les savanes en vue de l'amélioration des activités agricoles et pastorales [8, 9]. Au Congo, les savanes couvrent 35 à 40 % de la superficie totale du territoire [10].

Elles ont fait l'objet de plusieurs recherches au plan floristique et écologique, sur le littoral atlantique [11, 12]. Dans la vallée du Niari, la plus part des recherches en savanes ont été réalisées par [13 - 16] et dans les plateaux téké par [17, 18]. Les savanes de la Cuvette congolaise ont été étudiées par [19, 20]. La Cuvette congolaise est la zone la moins prospectée comparativement à la partie Sud du Congo (Vallée du Niari et littoral atlantique). Les travaux de [20], portant sur l'inventaire de la flore savanicole en vue notamment de l'amélioration des pâturages et de l'élevage dans la Cuvette congolaise, ne fournissent pas assez d'informations sur l'influence de la pâture sur la production herbacée des savanes de la zone de la Cuvette congolaise. Ceux de [21] confirment que la flore des pâturages de la zone de Boundji est faiblement diversifiée. Cependant, jusqu'à présent, les études systématiques et écologiques des formations herbeuses de la zone de Boundji ne fournissent que des données préliminaires [22]. Pourtant, cette localité fait partie des zones où l'élevage des bovins est pratiqué à grande échelle et de plus, il existe dans la zone, des pâturages abandonnés dans un état de dégradation qui semble être avancé. Dans ces conditions, des études floristiques en savane dans la zone de Boundji méritent d'être poursuivies et approfondies. L'objectif de notre étude est d'évaluer la diversité floristique, la production herbacée et l'état physico-chimique des sols des savanes pâturées et non pâturées de la zone de Boundji.

2. Matériel et méthodes

2-1. Milieu d'étude

Le milieu d'étude est constitué par des écosystèmes de savanes de la zone de Boundji, dans le département administratif de la Cuvette, au sud-ouest de la Cuvette congolaise. Elle est située entre 0° et 2° de latitude Sud et entre 15° et 16° de longitude Est [15]. La ***Figure 1*** nous montre la localisation précise de la zone

d'étude. Du point de vue écologique, il n'y a pas de saison sèche dans la Cuvette congolaise, mais très remarquablement on peut observer un ralentissement des pluies en juin-juillet-Août [20]. Les températures minimales moyennes annuelles fluctuent entre 17,77°C et 22,77°C alors que les maxima varient entre 27,63°C et 32,16°C [23]. L'humidité relative maximale moyenne est de 98 %, tandis que l'humidité minimale moyenne est de 62 % [23]. Les valeurs moyennes annuelles de l'évaporation oscillent entre 45,76 et 67,53 %. Les vents sont très dominants ; la valeur moyenne annuelle oscille entre 0,83 et 1,22 m / s [23]. Les sols sont dans l'ensemble très sableux (86 à 96 % de sables), riches en sables fins (62 à 73 %); le pH oscille entre 5,2 et 5,9 et le rapport C / N entre 13 et 20 [20]. Ils sont dans l'ensemble pauvres en bases et très perméables [24]. Les pâturages du ranch d'Essimbi (Boundji) ont une superficie totale d'environ 506 hectares. On y trouve près de 408 têtes de bovins de race Ndama qui pâturent toute l'année sans période de repos (informations reçues du personnel du centre d'appuis technique en juin 2014). Le système d'élevage pratiqué est le ranching où les animaux restent une bonne partie de la journée au pâturage. Le taux de surpâturage enregistré au ranch d'Essimbi est de 54,58 % [25]. Il existe trois types de pâturages au niveau du ranch : le pâturage à *Elionurus brazzae* Franch, le pâturage à *Elionurus* sp. et le pâturage à *Loudetia simplex* C.E. Hubbard en fonction de l'espèce dominante [25].

Figure 1 : *Présentation du Congo et localisation de la zone d'étude* [15]

2-2. Méthodes d'étude

2-2-1. Prospections et identification

Les prospections ont été réalisées en fin de la période de végétation de l'année 2014. Elles ont permis de faire le choix des sites qui ont abrité les parcelles expérimentales. Une station a été retenue, celle du ranch bovin d'Essimbi, à environ 3 km de la ville de Boundji sur la route d'Ewo. Les espèces végétales sont déterminées sur le terrain, au Laboratoire de Botanique et Ecologie de la Faculté des Sciences et Techniques

(Université Marien NGOUABI) et à l'Herbier national (Institut National de Recherche en Sciences Exactes et Naturelles, IRSEN) à Brazzaville, République du Congo. La vérification des noms scientifiques et Parrains a été faite sur le site de LEBRUN et STORK du conservatoire et jardin botanique de la ville de Genève [26]. Deux types de savanes sont étudiés comparativement dans deux sites. Il s'agit des savanes non pâturées et des savanes pâturées. Les savanes non pâturées constituent le site1 et les savanes pâturées le site 2. La distance entre les deux types de savanes (pâturées et non pâturées) est d'environ 550 m. Deux parcelles de 50 m x 50 m (soit 2500 m²) chacune sont délimitées dans chaque site. Chaque parcelle est subdivisée en 4 placeaux de 25 m x 25 m chacun comme le montre la ***Figure 2***.

2-2-2. Inventaire floristique

L'inventaire floristique est fait par la méthode d'analyse linéaire ou méthode des points quadrats alignés [27]. Quatre lignes ont été disposées au hasard dans chaque placeau représentant une zone homogène. Les «principales espèces», sont des espèces ayant une contribution spécifique supérieure à 5 % [18]. Une espèce est dite productrice lorsque sa contribution spécifique atteint 1 % [16]. Sur les quatre parcelles d'étude, la ligne de 200 points la plus représentative a été retenue pour caractériser la composition floristique de la savane.

2-2-3. Mesure de la phytomasse aérienne herbacée

La phytomasse aérienne herbacée est mesurée par la méthode de la récolte, estimée particulièrement fiable [28]. Les mesures sont faites dans des placettes de 1 m^2 choisies au hasard dans des placeaux, avec quatre répétitions, soit 4 fois 1 m^2 (4 m^2). Les parties aériennes des plantes sont coupées au ras du sol à l'aide d'une machette. Les échantillons obtenus, emballés dans du papier journal, sont séchés à l'air libre, sur le terrain, puis pendant 24 heures à l'étuve au laboratoire de Botanique et Ecologie de la Faculté des sciences et Techniques. Après séchage, les échantillons sont pesés en vue d'obtenir un poids sec. Une biomasse moyenne est calculée pour l'ensemble des placettes.

2-2-4. Capacité de charge

La capacité de charge (CC) en UBT / Ha / an est calculée à partir des phytomasses maximales produites et de la ration de l'UBT. La ***Formule*** utilisée est la suivante proposée par [29] :

$$CC = Ki \times \frac{quantité\ de\ phytomasse\ maximale\ produite(t\ MS/\ ha) \times 1000}{6{,}25 \times 365} \quad (1)$$

avec, Ki (la biomasse potentielle consommée au 1 / 3 sans dénudation complète du pâturage) ; MS (matière sèche) ; 6,25 (la ration de l'UBT : Unité de Bétail Tropical exprimée en Kg MS / Jours) ; 365 (Nombre de jour en une année).

2-2-5. Caractéristiques physico-chimiques des sols

Le prélèvement des échantillons de sols s'est fait à la tarière sur une profondeur de 0-20 cm. Les quatre prélèvements de la parcelle ont permis de former l'échantillon moyen. Les échantillons ainsi obtenus sont séchés à l'air libre puis envoyés au laboratoire de chimie analytique de l'Institut National de Recherche en Sciences Exactes et Naturelles (IRSEN) de Pointe-Noire, République du Congo, pour des analyses granulométrique et chimiques. La granulométrie a été réalisée par la méthode de la pipette de Robinson. Le carbone total a été dosé par la méthode de WALKLEY et BLACK et l'Azote par la méthode de KJELDAHL. Le pH a été mesuré à l'aide du pH mètre électronique. La matière organique a été déduite du carbone par le coefficient multiplicateur (MO % = 1,724C %) et le rapport C / N renseignant sur le recyclage de la matière organique a été calculé.

2-2-6. Traitement des données d'inventaire floristique

2-2-6-1. Fréquences et Contributions spécifiques

Les fréquences spécifiques (FSi) et les contributions spécifiques (CSi) sont calculées selon les ***Formules*** ci-après [16] :

$$FSi = 100 \times \frac{ni}{N} \quad (2)$$

N est le nombre d'unités d'échantillonnage ; ni le nombre d'unités où l'espèce i est présente. La contribution spécifique de l'espèce i est donnée par l'expression :

$$CSi = \frac{FSi}{\sum Fsi} = 100\ X\ \frac{ni}{\sum ni} \quad (3)$$

ni est le nombre d'unités d'échantillonnages où l'espèce i a été trouvée; $\sum$ni est donc le nombre d'observations spécifiques effectuées. La fréquence absolue (FA) correspond au nombre de points où l'espèce est enregistrée.

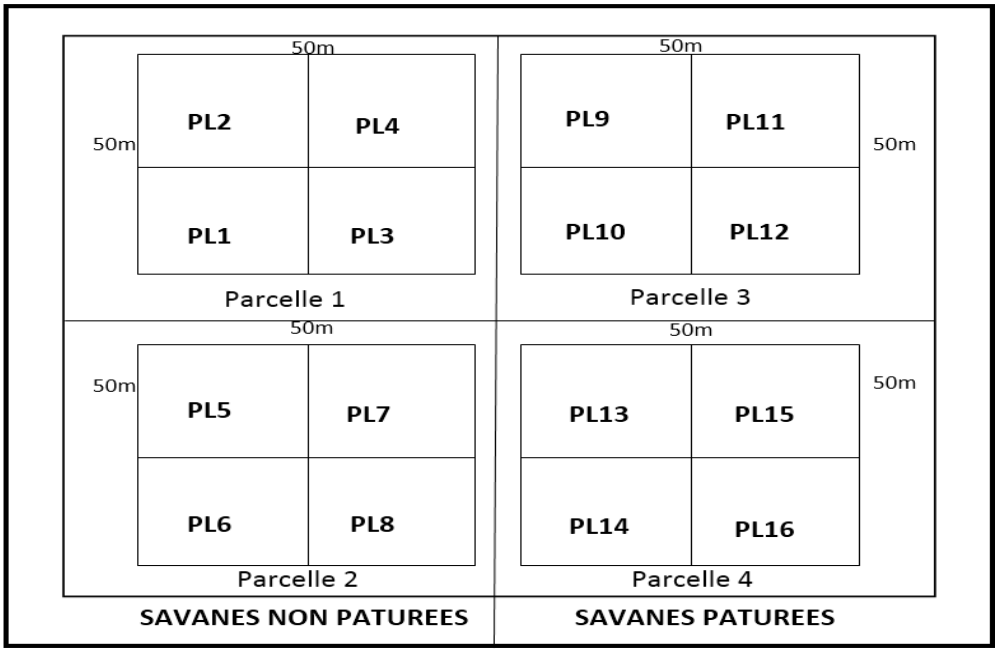

Figure 2 : *Dispositif de la station d'étude*

PL = Placeau

2-2-6-2. Recouvrement global et Rang

La détermination du recouvrement global a été faite par la ***Formule*** suivante [27] :

$$Rg = \frac{(N-ni)}{N} \times 100 \quad (4)$$

où, ni est le nombre de points touchant le sol dénudé et N, le nombre total de points sur une ligne de 200 points. Le rang de l'espèce est calculé après avoir classé toutes les espèces par ordre décroissant des contributions spécifiques. Il est égal au rapport du nombre correspondant au numéro d'ordre de l'espèce, par le nombre total des espèces du relevé. Le rang est exprimé en pourcentage (%).

2-2-6-3. Similitude floristique

La similitude floristique est ici évaluée par l'indice de JACCARD (C) ou coefficient de JACCARD [30]. Le calcul se fait par la ***Formule*** suivante :

$$C = 2 \times \frac{C}{A+B-C} \times 100 \quad (5)$$

C étant le nombre d'espèces communes aux deux savanes, A le nombre total d'espèces de la première savane et B le nombre total d'espèces de la deuxième savane.

2-2-6-4. Indice de diversité et d'équitabilité ou de régularité

Les indices de diversité et de régularité sont évalués et définis comme suit [31] :

- Diversité maximale :

$$H_{max} = Log_2 S \quad (6)$$

S = effectif total des espèces

- Indice de diversité de SHANNON-WEAVER :

$$H' = -\sum Fsi \times log_2 Fsi \text{ avec } 0 < Fsi < 1 \quad (7)$$

Fsi = Fréquence spécifique de l'espèce i

L'indice de Shannon-Weaver varie généralement de 0 à 5. D'après [32], l'indice de SHANNON-WEAVER a des valeurs fortes pour des espèces avec des recouvrements de même importance et prend des valeurs faibles lorsque quelques espèces ont de forts recouvrements.

- Indice de régularité (Equitabilité) :

L'équitabilité de PIELOU [33] a été calculée à l'aide de la ***Formule*** suivante :

$$R = \frac{H'}{H\,max} \text{ avec, } H_{max} = log_2 S \text{ (Hmax : diversité spécifique maximale)} \quad (8)$$

La valeur de l'équitabilité varie de 0 à 1 [34]. Elle est de 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance et tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs est concentrée sur une seule espèce.

2-2-6-5. Types biologiques

Les types biologiques permettent d'apprécier la réponse des espèces aux conditions du milieu. D'après [11], les formes d'adaptation des plantes renseignent directement sur le milieu dans lequel se trouvent ces espèces. Dans le cadre de ce travail nous avons utilisé les types biologiques suivants tirés de la classification de [35] modifiée par [36].

- Les Chaméphytes (Ch) : espèces dont les bougeons persistants aériens sont situés entre 0 et 0,5 m ;
- Les Hémicryptophytes (Hc) : espèces dont les bourgeons persistants aériens sont situés au ras du sol ;
- Les Géophytes (G) : espèces dont les bougeons sont cachés dans le sol ;
- Les Thérophytes (Th) : plantes annuelles ou saisonnières se reproduisant par les graines ;
- Les formes lianescentes (L).

Les types biologiques ont permis de déterminer le spectre biologique brut à partir de la ***Formule*** suivante définis par [37].

$$\text{Spectre biologique brut (\%)} = \frac{Nombre\ d'espèces\ par\ type\ biologique}{Nombre\ total\ d'espèces} \times 100 \quad (9)$$

3. Résultats

3-1. Caractéristiques des sols

L'analyse granulométrique montre qu'en savanes non pâturées les sols sont moyennement riches en sables grossiers, alors qu'en savanes pâturées les sols sont riches en sables grossiers ***(Tableau 1)***. Les savanes non pâturées présentent un taux en argile plus élevé (3 à 8 %) par rapport aux savanes pâturées (0 à 2 %). La teneur en limons fins est nulle en savane à *Elionurus brazzae*. Les taux élevés de matière organique sont enregistrés en savanes non pâturées. L'humidité du sol est également plus élevée en savane pâturée.

Tableau 1 : *Composition granulométrique des sols des parcelles étudiées*

Eléments de la granulométrie	Savanes pâturées		Savanes non pâturées	
	Parcelle I	Parcelle II	Parcelle III	Parcelle IV
Argile (%)	3,00	8,00	0,00	2,00
LF (%)	1,50	1,50	0,00	1,50
LG (%)	1,49	1,67	0,87	1,64
SF (%)	40,84	40,45	19,49	33,98
SG (%)	50,49	44,10	78,35	56,89
Hum (%)	0,57	1,36	0,14	0,97
MO (%)	0,88	3,07	0,61	2,33
Total (%)	98,77	100,15	99,46	99,31

Légende : LF (limon fin) ; LG (limon grossier) ; SF (sable fin) ; SG (sable grossier) ; Hum (humidité) MO (matière organique) ; parcelle I (savane à Trachypogon spicatus) ; parcelle II (savane à Loudetia simplex) ; parcelle III (savane à Elionurus brazzae) et parcelle IV (savane à Elionurus sp.).

Les sols des savanes de la zone Boundji sont acides dans l'ensemble ***(Tableau 2)***, le pH variant entre 4,31 et 5,41. L'acidité du sol semble diminuer légèrement en savanes pâturées. Les teneurs en carbone total et azote diminuent avec le type de pâturage. La pâture semble baisser la fertilité du sol. Le rapport C / N est compris entre 6 et 12,71.

Tableau 2 : *Composition chimique des parcelles d'étude*

Echantillons		pH	Carbone (%)	Azote (%)	Rapport C / N
Savanes non pâturées	Parcelle I	4,54	0,51	0,07	7,28
	Parcelle II	4,31	1,78	0,14	12,71
Savanes pâturées	Parcelle III	5,41	0,36	0,06	6
	Parcelle IV	4,70	1,35	0,11	12,27

Légende : parcelle I (savane à Trachypogon spicatus) ; parcelle II (savane à Loudetia simplex) ; parcelle III (savane à Elionurus brazzae) et parcelle IV (savane à Elionurus sp).

3-2. Composition floristique

3-2-1. Savanes non pâturées

3-2-1-1. Savane à Trachypogon spicatus (L.f.) Kuntze

Les données sur les types biologiques, les fréquences absolues, les contributions spécifiques, les contributions spécifiques cumulées et les rangs des espèces sont présentées dans le ***Tableau 3***. En ce qui concerne la composition floristique, les espèces *Trachypogon spicatus* (L.f.) Kuntze, *Andropogon schirensis* Hochst ex A. Rich., *Ctenium newtonii* Hark, *Sporobolus congoensis* Franch. sont les principales espèces de ce type de savane par contre *Bulbostylis laniceps* C. B. Clark, *Abildgardia hyspidula*, *Elionurus brazzae* Franch., *Elionurus hensii* K.Schum. et *Brachiaria comata* Hochst sont des espèces productrices. La famille la plus représentée est celle des Poaceae avec 47 % suivie de celle des Cyperaceae (33 %) et de celle des Fabaceae (20 %). Les Hémicryptophytes constituent le type biologique le plus représentatif avec 53 % suivi des Thérophytes et des Géophytes (20 %). Les Chaméphytes représentent à peine 7 %.

3-2-1-2. Savane à Loudetia simplex C. E. Hubbard

Les résultats portant sur les types biologiques, les fréquences absolues, les contributions spécifiques, les contributions spécifiques cumulées et les rangs des espèces sont présentés dans le ***Tableau 4***. Les espèces comme *Loudetia simplex* C. E. Hubbard, *Bulbostylis laniceps* C. B. Clark, *Monocymbium ceresiiforme* Stapf., sont les principales espèces de ce type de savane. Par contre les espèces comme *Setaria sphacelata* Clayton, *Elionurus hensii* K.Schum et l'espèce indéterminée (Poaceae) sont des espèces productrices. Pour cette savane nous avons un total de 9 espèces reparties dans deux familles et 9 genres. La famille la plus représentative est celle des Poaceae (78 %), suivi de celle des Cyperaceae (22 %). Les types biologiques montrent que cette savane est constituée de 88,9 % d'Hémicryptophytes et 11,1 % de Géophytes.

Tableau 3 : *Types biologiques, fréquences absolues, contributions spécifiques de présence, contributions spécifiques cumulées et rangs des espèces de la parcelle I*

Noms scientifiques	T.B.	FA	Csi	Csc	Rang %
Trachypogon spicatus (L. f.) Kuntze	Hc	170	44,15	44,15	6,67
Andropogon schirensis Hochst ex A. Rich.	Hc	88	22,86	67,01	13,33
Ctenium newtonii Harck	Hc	48	12,47	79,48	20,00
Sporobolus congoensis Franch.	Hc	22	5,71	85,19	26,67
Bulbostylis laniceps C. B. Clark	Hc	17	4,41	89,60	33,33
Abildgaardia hispidula (Vahl) Lye subsp.hispidula	Thd	12	3,11	92,71	40,00
Elionurus brazzae Franch.	Hc	09	2,34	95,05	46,67
Elionurus hensii K. Schum	Hc	05	1,29	96,34	53,33
Brachiaria comata Hochst. ex A. Rich.	Hc	04	1,04	97,38	60,00
Cyperus tenax Boeck	Gr	02	0,52	97,90	66,67
Kyllinga erecta Hooper Stapf.	Gr	02	0,52	98,42	73,33
Tephrosia barbigera welw. ex baker	Th	02	0,52	98,94	80,00
Cyperaceae indeterminée	Gr	02	0,52	99,46	86,67
Indigofera erythrogramma welw. ex Baker	Ch	01	0,26	99,72	93,33
Vigna heterophylla A. Rich.	LTh	01	0,26	99,98	100
TOTAL		385			

Tableau 4 : *Types biologiques, fréquences absolues, contributions spécifiques de présence, contributions spécifiques cumulées et rangs des espèces de la parcelle II*

Nom scientifiques	T.B.	FA	Csi	Csc	Rang %
Loudetia simplex C. E. Hubbard	Hc	193	45,30	45,30	11,11
Bulbostylis laniceps C. B. Clarck.	Hc	136	31,92	77,22	22,22
Moncymbium cersiiforme Stapf	Hc	53	12,44	89,66	33,33
Setaria sphacelata (Schumach.) Stapf	Hc	19	4,46	94,12	44,44
Elionurus hensii K. Schum	Hc	13	3,05	97,17	55,55
Poaceae indeterminée	Hc	05	1,17	98,34	66,67
Sporobolus congoensis Franch.	Hc	03	0,70	99,04	77,78
Andropogon schirensis Hochst. Ex A. Rich.	Hc	03	0,70	99,74	88,89
Rhynchospora candida (Nees) Boeckeler	Gr	01	0,23	99,97	100
TOTAL		426			

3-2-2. Savanes pâturées

3-2-2-1. Savane à Elionurus brazzae Franch

Le ***Tableau 5*** présente les types biologiques, les fréquences absolues, les contributions spécifiques, les contributions spécifiques cumulées et les rangs des espèces de la parcelle II. L'analyse de ce ***Tableau*** montre que *Elionurus brazzae Franch.*, *Diheteropogon amplectens* (nees) Clayton var. *amplectens* et *Cyperus tenax* Boeck sont des espèces principales de ce type de savane. Cependant *Andropogon schirensis* Hochst ex A. Rich. et *Loudetia simplex* C. E. Hubbard sont des espèces productrices. Les dix espèces constituant ce type de savane sont réparties en quatre familles : Poaceae (60 %), Cyperaceae (20 %), Caryophyllaceae (10 %) et Eriocaulaceae (10 %). Les Hémicryptophytes dominent avec 60 % suivis des Géophytes (20 %). Les Thérophytes et les Chaméphytes représentent chacun 10 %.

Tableau 5 : *Types biologiques, fréquences absolues, contributions spécifiques de présence, contributions spécifiques cumulées et rangs des espèces de la parcelle III*

Noms scientifiques	T. B.	FA	Csi	Csc	Rang %
Elionurus brazzae Franch.	Hc	176	72,42	72,42	10
Diheteropogon amplectens (nees) Clayton var. *amplectense*	Hc	27	11,11	83,53	20
Cyperus tenax Boeck	Gr	15	6,17	89,70	30
Andropogon schirensis Hochst ex A. Rich.	Hc	09	3,70	93,40	40
Loudetia simplex C. E. Hubbard	Hc	09	3,70	97,10	50
Perotis indica (L.) O.Kuntze	ch	02	0,82	97,92	60
Polycarpaea corymbosa (L.) lam.	Th	02	0,82	98,74	70
Bulbostylis laniceps C. B. Clark	Hc	01	0,41	99,15	80
Ctenium newtonii Hark	Hc	01	0,41	99,56	90
Mesanthemum radicans Koernicke	Gr	01	0,41	99,97	100
TOTAL		243			

3-2-2-2. Savane à Elionurus sp.

Le cortège floristique du pâturage à *Elionurus* sp. du ranch d'Essimbi est consigné dans le ***Tableau 6***. Les espèces *Elionurus* sp., *Ctenium newtonii* Hark, *Bulbostylis laniceps* C. B. Clark, *Trachypogon spicatus* (L.f.) Kuntze, sont les principales espèces de ce type de savane alors que les espèces, *Loudetia simplex* C.E. Hubbard, *Monocymbium ceresiiforme* Stapf, *Elionurus brazzae* Franch., *Elionurus hensii* K.Schum., *Diheteropogon amplectens* (nees) Clayton var. *amplectens* et *Andropogon schirensis* Hochst ex A. Rich., sont des espèces productrices. Les 14 espèces recensées dans cette parcelle sont reparties en deux familles, les Cyperaceae (29 %) et les Poaceae (71 %). La plus part des espèces sont des Hémicryptophytes (86 %). Les Thérophytes et les Géophytes représentent à chacun 7 %.

Tableau 6 : *Types biologiques, fréquences absolues, contributions spécifiques de présence, contributions spécifiques cumulées et rangs des espèces de la parcelle IV*

Noms scientifiques	T. B.	FA	Csi	Csc	Rang %
Elionurus sp.	Hc	190	44,50	44,50	7,14
Ctenium newtonii Hark	Hc	73	17,10	61,60	14,29
Bulbostylis laniceps C. B. Clark	Hc	64	14,99	76,59	21,43
Trachypogon spicatus (L. B.) Kuntze	Hc	24	5,62	82,21	28,57
Loudetia simplex C. B. Hubbard	Hc	17	3,98	86,19	35,71
Monocymbium ceresiiforme Stapf	Hc	14	3,28	89,47	42,86
Elionurus hensii K. Schum	Hc	14	3,28	92,75	50,00
Elionurus brazzae Franch.	Hc	10	2,34	95,09	57,14
Diheteropogon amplectens (nees) Clayton var. *amplectens*	Hc	06	1,40	96,49	64,29
Andropogon schirensis Hochst ex A. Rich.	Hc	06	1,40	97,89	71,43
Abildgaardia hispudula (Vahl) Lye subsp.hispidula	Thd	03	0,70	98,59	78,57
Sporobolus congoensis Franch.	Hc	03	0,70	99,29	85,71
Mariscus longibracteatus Chern.	Hc	02	0,47	99,76	92,86
Rhynchospora candida (nees) Boeckeler	Gr	01	0,23	99,99	100
TOTAL		427			

3-3. Similitude floristique : le coefficient de Communauté de Jaccard

- Entre la savane à *Trachypogon spicatus* ***(Tableau 3)*** et la savane à *Elionurus brazzae* ***(Tableau 5)***, le calcul du coefficient de Jaccard donne la valeur 50 % ;
- Entre la savane à *Loudetia simplex* ***(Tableau 4)*** et la savane à *Elionurus sp* ***(Tableau 6)***, le coefficient de Jaccard est de 60,87 %.

Ces résultats montrent que la savane à *Trachypogon spicatus* et celle à *Elionurus brazzae* sont rapprochées et peuvent par conséquent constituer un seul groupement. Il en est de même pour la savane à *Loudetia simplex* et celle à *Elionurus* sp.

3-4. Diversité floristique

Les indices de diversité (diversité maximale, diversité de Shannon et Equitabilité de Piélou) des parcelles étudiées sont présentés dans le ***Tableau 7***. La richesse spécifique est faible sur l'ensemble des parcelles. Dans la savane à *Trachypogon spicatus*, la richesse spécifique est de 15 espèces. Elle est de 10 espèces dans la savane à *Elionurus brazzae*. L'indice de Shannon est de 2,43 dans la savane à *Trachypogon spicatus* et de

1,49 dans la savane à *Elionurus brazzae*. Cependant, dans la savane à *Loudetia simplex*, la diversité maximale est de 3,16 et l'indice de Shannon de 1,96. Ces valeurs ont évoluées progressivement à 3,81 pour la diversité maximale et 2,56 pour l'indice de Shannon dans la savane à *Elionurus* sp. Il y'a une augmentation de la diversité maximale et de l'indice de Shannon dans la savane pâturée. L'équitabilité de Piélou a régressée dans le pâturage à *Elionurus brazzae* (0,44). Elle est restée pratiquement invariable entre la savane à *Loudetia simplex* (0,61) et la savane à *Elionurus sp* (0,67).

Tableau 7 : *Données sur les indices de diversité des parcelles d'étude*

Indices	Savanes non pâturées		Savanes pâturées	
	Parcelle I	Parcelle II	Parcelle III	Parcelle IV
Richesse Spécifique (S)	15	9	10	14
Diversité Maximale (Hmax)	3,91	3,16	3,32	3,81
Indice de Shannon H'	2,43	1,96	1,49	2,56
Equitabilité de Piélou Eq	0,62	0,61	0,44	0,67

3-5. Phytomasse aérienne herbacée et capacité de charge

La phytomasse aérienne herbacée augmente en savanes pâturées traduisant ainsi l'augmentation de la capacité de charge ***(Tableau 8)***. Cette phytomasse élevée en savane pâturée est due à l'abondance des espèces non appétées. Malgré l'augmentation de la phytomasse en savane pâturée, toutes les savanes prospectées ont une charge pastorale qui n'atteint pas 1 UBT / Ha. Ce sont donc des savanes à valoriser avec modération sur le plan pastoral.

Tableau 8 : *Phytomasse et charge animale par parcelle*

Stations	Parcelles	Phytomasse (tMS / Ha)	Capacité de charge UBT / Ha / an
Station 1 : savanes non pâturées	Parcelle I	4,79	0,69
	Parcelle II	3,39	0,49
Station 2 : savanes pâturées	Parcelle III	6,21	0,91
	Parcelle IV	5,22	0,76

4. Discussion

4-1. Etat des pâturages

Les savanes constituent une précieuse source d'énergie pour les herbivores tant sauvages que domestiques. Elles peuvent couvrir jusqu'à 90 % des besoins en matière sèche du bétail [3]. Les savanes du Congo en général et celles de la Cuvette congolaise particulièrement, renferment d'importantes potentialités fourragères mais, elles se développent sur un substrat très sensible ce qui nécessite pour leur mise en valeur le respect de certains principes d'utilisation et de conservation [20]. Cependant le non-respect de la capacité de charge de l'écosystème conduit souvent à un déséquilibre qui peut conduire dans certains cas à une dégradation très prononcée de celui-ci. Cette étude avait pour objectif d'évaluer la diversité floristique, la production herbacée et l'état physico-chimique des sols des savanes pâturées et non pâturées de la zone de Boundji. Les résultats trouvés montrent que les pâturages sont exploités de manière incontrôlée ce qui les a

conduit dans un état de dégradation marqué par la prolifération des espèces non appétées au détriment des espèces palatables. Nos résultats corroborent ceux de [6] dans les savanes amazoniennes où les auteurs montrent que la dégradation est marquée par l'occupation anarchique de l'espace par les adventices au détriment de la graminée introduite qui sert de fourrage pour le bétail. Les pâturages sont donc des systèmes très instables susceptibles d'évoluer rapidement sous l'influence de nombreux facteurs, pour la plupart contrôlés par l'activité humaine. Ceci Parce que, l'Homme a toujours caractérisé les savanes par leur valeur pastorale ignorant ainsi leur valeur génétique, patrimoniale, biologique et paysagère [3].

4-2. Sols

Les risques de dégradation rapide des sols de la Cuvette congolaise en général et ceux de la zone de Boundji particulièrement sont en rapport avec leur caractère sableux, avec de très faibles taux d'argile, accélérant ainsi la cinétique de dégradation de la matière organique [38]. Le rapport C / N variant de 6 à 13, montre que la matière organique se décompose rapidement [20]. Cependant, la comparaison des résultats de l'analyse granulométrique et chimique des sols des savanes pâturées et non pâturées montre que les sols sous savanes pâturées (savane à *Elionurus brazzae* et savane à *Elionurus sp.*) s'appauvriraient en argile et en limons fins. Les teneurs en matière organique, carbone total et azote de ces sols sont faibles. Alors que le pH et le taux de sables grossiers sont légèrement élevés. A partir de ces résultats, nous pouvons dire que la pâture aurait une incidence négative sur la texture du sol. Elle diminuerait le taux de matière organique, de carbone total, d'azote, d'argile et de limons. Elle augmenterait le pH et semble favoriser l'enrichissement du sol en sable grossier. Il semble que la modification des paramètres physico-chimiques du sol aurait une influence négative sur l'épanouissement de certaines espèces fourragères. Ceci du fait que la distribution des espèces végétales est étroitement liée au taux d'argile dans le sol car l'argile agit dans la rétention de l'eau et des éléments minéraux, indispensable pour la croissance des végétaux [39].

4-3. Composition floristique

L'impact de la pâture sur la composition floristique des savanes de la zone de Boundji est marqué par une diminution du nombre d'espèces végétales, mais surtout par un profond changement de la composition floristique. La diminution du nombre d'espèces en savanes pâturées serait en rapport avec la modification des paramètres physico-chimiques du sol car, il y'a dénudation du sol due aux sabots [40]. Les travaux de [6] dans les pâturages amazoniens de la zone forestière et sur sols argileux montrent que la dégradation des pâturages, caractérisée par une diminution de la phytomasse de la graminée introduite et l'augmentation de celle des adventices, n'apparaît pas directement liée à l'âge du pâturage ni à une dégradation marquée des sols, mais plutôt ces modifications sont causées par la déforestation et par l'usage abusif des feux conduisant ainsi au tassement des horizons superficiels. Cependant, les modifications de l'aspect qualitatif de la végétation des savanes pâturées de la zone de Boundji s'expliqueraient par le fait qu'un bon nombre d'espèces appétibles est consommé avant d'avoir eu le temps de se former des repousses pour les saisons à venir et elles disparaissent totalement en laissant la place à des espèces non palatables [41] telles que *Elionurus brazzae* et *Elionurus* sp. La forte présence des espèces de la famille des Poaceae s'explique par le fait que les savanes sont des écosystèmes dominés par la présence des graminées [1]. Les Hémicryptophytes constituent le type biologique le plus représentatif dans les quatre types de savanes (53 % en savane à *Trachypogon spicatus*, 88,9 % en savane à *Loudetia simplex*, 60 % en savane à *Elionurus brazzae* et 86 % en savanes à *Elionurus s*p.). Les résultats obtenus sont en accord avec ceux des autres auteurs [4, 14, 16, 20] qui ont trouvé plus de 50 % des Hémicryptophytes en savane.

4-4. Indices de diversité et coefficient de communauté de Jaccard

Les indices de diversité (indice de Shannon, Equitabilité de Piélou et richesse spécifique) comparés entre les savanes non pâturées et les savanes pâturées montrent ces indices sont variables. En savane à *Trachypogon spicatus*, les indices de diversité ont régressé dans la partie pâturée (devenue savane à *Elionurus brazzae*). L'indice de Shannon est de 2,43 dans la partie non pâturée et chute à 1,49 dans la partie pâturée. L'équitabilité de Piélou est de 0,62 dans la partie non pâturée, elle est descendue à 0,44 dans la partie pâturée. Alors qu'en savane à *Loudetia simplex,* les indices de diversité de Shannon et l'équitabilité de Piélou ont progressé dans la partie pâturée (devenue savane à *Elionurus* sp.). L'indice de Shannon est de 1,96 dans la partie non pâturée, elle passe à 2,56 dans la partie pâturée. Ces résultats corroborent ceux de [21, 22] qui ont trouvé des indices de diversité variant entre 0,61 et 2,1 en savane à *Loudetia simplex*. La diversité maximale évolue également selon le type de savane. Elle a diminuée en savane à *Elionurus brazzae* alors qu'elle a augmenté en savane à *Elionurus sp*. Ce résultat montre que la pâture peut diminuer ou augmenter la diversité floristique herbacée car, elle favorise l'épanouissement de certaines espèces et met en péril d'autres [41].

4-5. Phytomasse aérienne herbacée et rang

La phytomasse aérienne herbacée varie de 3,39 à 4,79 t MS / Ha en savanes non pâturées et de 5,22 à 6,21 t MS / Ha en savanes pâturées. Les premiers rangs des savanes pâturées sont occupés par les espèces qui étaient placées aux derniers rangs en savanes non pâturées. C'est ce qui justifie l'augmentation de la phytomasse en savane pâturées. Ce résultat montre que dans la zone de Boundji la pâture ne diminue pas la productivité herbacée, mais bien au contraire, elle change la composition de la flore puisque l'essentiel de la phytomasse des pâturages est composée par des espèces non appétées par le bétail. [3], dans la zone du Sahel, de l'Afrique de l'Est et les pays autours de l'Afrique Australe, montre que ce changement de la composition floristique est en rapport avec la régression des espèces fourragères, au profit des plantes de moindre appétence et montre que ce phénomène risque de réduire l'espace pastoral, dans un avenir proche, à un rythme au moins équivalent à celui de la croissance démographique. Ces modifications de l'environnement relèvent d'une exploitation continue et anarchique de la ressource [42].

5. Conclusion

Le présent travail a permis de mettre en évidence l'impact de la pâture sur la diversité floristique et la production herbacée des savanes de la zone d'étude. Les résultats montrent que les sols des savanes de la zone de Boundji sont très sensibles à l'action du bétail et se dégradent rapidement, à cause de leur caractère sableux et leur pauvreté en réserves organiques et minérales. La pâture semble diminuer les teneurs en azote et en carbone total du sol. Elle augmenterait le pH, appauvrirait le sol en diminuant les teneurs en argile et en matière organique, et semble enrichir le sol en sables grossiers. Ces modifications des propriétés physico-chimiques du sol ont pour conséquence la réduction ou l'augmentation selon les cas des indices de diversité. La valeur d'équitabilité de Piélou est faible dans l'ensemble. La répartition des espèces herbacées des savanes de la zone de Boundji n'est donc pas équitable. La pâture est à l'origine du nouvel état de la végétation caractérisée par une phytomasse dominée par la présence des espèces moins appétées par les bovins. Les pâturages de la zone de Boundji nécessite donc une exploitation raisonnée, en vue de leur gestion durable.

Références

[1] - R. CAMARA, Concepts, approche bioclimatique et typologie des savanes. Application aux savanes américaines, les cahiers d'Outre-Mer, 246 (2009) 175 - 218

[2] - B. SINSIN, Phytosociologie, écologie, valeur pastorale, production et capacité de charge des pâturages naturels du périmètre Nikki-kalalé au Nord-Bénin. Thèse, Université Libre de Bruxelles, Bruxelles, (1993) 390

[3] - M. CARRIERE, Impact des systèmes d'élevage pastoraux sur l'environnement en Afrique et en Asie Tropicale et Sub-Tropicale Aride et Sub-Aride. Scientific Environmental Monitoring Group, Universität des Saarlandes Institut für Biogeographie, SAARBRÜCKEN, document CIRAD-EMVT, Allemagne, (1996) 73

[4] - A. G. ZOFFOUN, A. J. P. DJENONTIN, G. A. MENSAH et D. O. KOUDANDE, Valorisation du potentiel fourrager pour l'élevage des bovins dans la commune de Houéyogbé au sud-ouest du Bénin. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*, 66 (2009) 23 - 32

[5] - J. YOKA, J. J. LOUMETO, J. VOUIDIBIO et D. EPRON, Evaluation du profil minéral des espèces fourragères et de la capacité de charge des savanes de la Cuvette congolaise (République du Congo). *Annales des Sciences Agronomiques,* 16 (2) (2012) 125 - 141

[6] - T. DESJARDINS, P. LAVELLE, E BARROS, M. BROSSAR, L. CHAPUIS-LARDY, A. CHAUVEL, M. GRIMALDI, F. CRIMARÄES, P. MARTIN, D. MITJA, M. MÜLLER, M. SARRAZIN, J. TAVARES FILHO et O. TOPPALL, Dégradation des pâturages amazoniens : Description d'un syndrome et de ses déterminants. *Etude et Gestion des sols, numéro spécial*, 7 (4) (2000) 353 - 378

[7] - L. ABADIE, Maîtrise des effets du changement global des savanes. Réseau GLOBALSAN ACI Ecologie quantitative, Paris, (2000) 8

[8] - A. FOURNIER, O. HOFFMANN, 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

[9] - A. FOURNIER ET M. LAMOTTE, Estimation de la production primaire des milieux herbacés tropicaux. *Ann. Univ. Abidjan,* Série E, XVI (1983) 7 - 38

[10] - UICN, La conservation des écosystèmes forestiers du Congo. UICN, Brazzaville, (1990) 187

[11] - J. KOECHLIN, Végétation des savanes dans le Sud de la République du Congo. Institut de la Recherche Scientifique au Congo, Brazzaville, Document ORSTOM, (1961) 310

[12] - B. DESCOINGS, Les grandes régions naturelles du Congo. *Candollea,* (1975) 30

[13] - J. DIAMOUANGANA, Etude des formations herbeuses de la plaine de Dihessé (République Populaire du Congo). Thèse Doctoctat-ingénieur, Université Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier, (1979) 176

[14] - J. DIAMOUANGANA, Contribution à l'étude des formations herbacées pâturées de la vallée du Niari (République du Congo). Thèse de Doctorat d'Etat Université de Bordeaux III, (1989) 256

[15] - J. DIAMOUANGANA, Teneurs 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

[16] - J. DIAMOUANGANA, Relations interspécifiques dans les strates herbacées des savanes de la Louboulou (Congo-Brazzaville). *Annales de l'Université Marien Ngouabi*, 3 (2002) 93 - 107

[17] - L. MAKANY, Végétation des Plateaux Téké (Congo). Thèse d'Etat, Paris, Orsay, Travaux de l'Université de Brazzaville, (1976) 301

[18] - 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, (1990) 147

[19] - B. DESCOINGS, Les steppes loussekés de la zone de Gakouba (plateau Batéké). République du Congo, ORSTOM, Brazzaville, (1958) 35 p.

[20] - J. YOKA, Contribution à l'étude phyto-écologique et des potentialités fourragères des savanes de la Cuvette congolaise (République du Congo). Thèse de Doctorat, Université Marien Ngouabi, Brazzaville, (2009) 137
[21] - P. TAMBIKA, Evaluation de la diversité floristique et de la production aérienne herbacée des pâturages de la zone de Boundji. Mémoire d'ingénieur du développement rural, Université Marien NGOUABI, Brazzaville, (2014) 48
[22] - J. YOKA, J. J. LOUMETO, J. VOUIDIBIO et D. EPRON, Evaluation de la diversité floristique en herbacées des savanes de la Cuvette congolaise. *Afrique Science,* 09 (2) (2013) 110 - 123
[23] - A. N. A. C., Donnés météorologiques de la station de Makoua. Document interne de l'ANAC, Brazzaville, (2015) 15
[24] - P. BOISSEZON, Les sols des plateaux de Djambala et Koukouya et de la zone avoisinante des hautes collines. Document interne, ORSTOM, Brazzaville, (1963) 93
[25] - J. YOKA, B. AMIAUD, D. EPRON, J. J. LOUMETO et VOUIDIBIO, Evolution sous pâture de la composition floristique des savanes de la Cuvette congolaise (République du Congo). *Annales de l'Université Marien Ngouabi,* 12 (4) (2011) 23 - 38
[26] - ANONYME, www.ville-ge.ch/musinfo/bd/cjb/africa/index.php? Consulté le 05/10/2015 à 16 : 28
[27] - P. DAGET et J. POISSONET, Quelques résultats sur les méthodes phytoécologiques, la structure, la dynamique et la typologie des prairies permanentes. *Fourrage,* 59 (1974) 71 - 81
[28] - 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
[29] - D. AGONYISSA et B. SINSIN, Productivité et capacité de charge des pâturages naturels au Benin. *Revue Elev. Med. Vét. Pays Trop.*,51 (1998) 239 - 249
[30] - P. JACCARD, The distribution of the flora in the alpine zone. *New phytol.*, 11 (1912) 37 - 50
[31] - R. BARBAUT, Ecologie générale. Structure et fonctionnement de la biosphère. Masson et Cie Ed., Paris, (1997) 286
[32] - D. ORTH et M. G. COLETTE, Espèces dominantes et biodiversité: Relation avec les conditions édaphiques et les pratiques agricoles pour les prairies des marais du cotentin. *Ecologie,* 27 (3) (1996) 171 - 189
[33] - S. FRONTIER et D. PICHOD, Ecosystèmes : structure, fonctionnement, évolution. Collection d'écologie 21. Masson et Cie Ed., Paris, (1991) 392
[34] - L. LEGENDRE et P. LEGENDRE, Ecologie numérique : la structure des données écologiques; 2eme éd., Tome 2, Collection d'Ecologie, 13 (1984) 261
[35] - C. RAUNKIAER, Types biologiques pour la géographie botanique. *Bull. Acad. Roy. Sc. Et Lettres, Danemark,* (1905) 347 - 437
[36] - J. LEBRUN, La végétation de la plaine alluviale au Sud du lac Edouard. Inst. Parc. Nat. Congo belge, Bruxelles, 2 Vol., (1947) 800
[37] - A. AUBREVILLE, Classification des formes biologiques des plantes vasculaires en milieu tropical. *Adansonia,* série 2, 3 (1963) 221 - 226
[38] - C. FELLER, F. BERNARDT-REVERSAT, J. L. GARCIA, J. J. PANTIER, S. ROUSSOS et B. VAN VLIET-LANOE, Etude de la matière organique de différentes fractions granulométriques d'un sol sableux tropical. Effet d'un amendement organique (compost). Cah. ORSTOM, Sér. Pédol., 17 (4) (1983) 339 - 346
[39] - J. YOKA, J. J. LOUMETO, J. VOUIDIBIO, B. AMIAUD & D. EPRON, Influence du sol sur la répartition et la production de phytomasse de savanes de la Cuvette congolaise (République du Congo). *Géo-Eco-Trop,* 34 (2010) 63 - 74
[40] - P. MORAT, Les savanes du Sud-Ouest de Madagascar. Thèse ès-Sciences, Paris, ORSTOM, (1973) 235
[41] - K. CHERIF et A. BOUZIDI MOHAMED, Colloque international «Développement durable des productions animales : enjeux, évaluation et perspectives» : Approche préliminaire d'étude d'impact du surpâturage dans les monts de Tessala (Wilaya de Sidi Bel Abbes). Département des Sciences de l'Environnement, Université Djillali, Sidi Bel Abbes, Algerie, (2008) 2
[42] - J. MALOBA MAKANGA, Mosaïque forêt-savane et exploitation des ressources forestières du Gabon. *Géo-Eco. Trop*, 35 (2011) 41 - 50