

Caractéristiques phytoécologiques des formations herbeuses exploitées pour la pêche, l'élevage et l'agriculture en zones humides de la cuvette congolaise, République du Congo

Carine BOKATOLA MOYIKOLA^{1*}, Joseph YOKA¹, Jean Joël LOUMETO¹
et Julien Gaudence DJEGO²

¹ Université Marien Ngouabi, Faculté des Sciences et Techniques, Laboratoire de Botanique et Ecologie,
BP 69 Brazzaville, République du Congo

² Université d'Abomey-Calavi, Faculté des Sciences Agronomiques, Laboratoire d'Ecologie appliquée,
01 BP 526 Cotonou, République du Bénin

* Correspondance, courriel : carinebokatola@gmail.com

Résumé

La présente étude a pour objectif général de caractériser les formations herbeuses exploitées pour la pêche, l'agriculture et l'élevage en zones humides de la cuvette congolaise en vue de leur gestion durable. L'inventaire floristique a été effectué par la méthode de relevés phytosociologiques. 80 relevés phytosociologiques ont été effectués dans des placeaux de 100 m². La matrice de 80 relevés et 87 espèces a été soumise à une classification hiérarchique ascendante. Des échantillons de sols ont été prélevés à la tarière à 0-20 cm, en vue de leurs analyses physico-chimiques. 4 types de formations herbeuses sont identifiés : Formations à *Andropogon festuciformis* et *Coelachne angolensis*, *Sacciolepis interrupta* et *Panicum funaense*, *Hyparrhenia diplandra* et *Setaria sphacelata*, et *Anadelphia leptocoma* et *Phacelurus gabonensis*. L'indice de Shannon (H') étant compris entre 1,047 et 2,49 et l'Équitabilité de Pielou (E) variant de 0,238 à 0,523 montrent que ces groupements sont floristiquement peu diversifiés et la répartition des espèces n'est pas équitable. Les sols sous ces formations sont sableux, limoneux et argileux selon les sites, acides (pH entre 3,3 et 4,86), avec des teneurs faibles en azote (0,05 à 0,13 %) et assez élevées en phosphore assimilable (14,85 à 23,41 ppm). Leur taux de matière organique varie de 2,53 à 5,08 %. L'utilisation de ces formations herbeuses à des fins agropastorales devrait intégrer les normes de gestion durable des écosystèmes fragiles afin de garantir la pérennité des paysages herbacés des zones humides de la Cuvette congolaise.

Mots-clés : formation herbeuse, zones humides, pêche, élevage, agriculture, cuvette congolaise.

Abstract

Phytocological characteristics of herbaceous vegetations explored for fishing, breeding and farming in wet zones of the Congolese cuvette basin, Republic of Congo

This study aims at characterising herbaceous vegetations explored for fishing, farming and breeding in wet zones of the Congolese cuvette basin for their sustainable management. Floristic inventory was done by means of phytosociological survey method. Eighty phytosociological surveys were conducted in plots of 100 m². Matrix of 80 surveys and 87 species was submitted to an ascending hierarchy classification. Soil samples

were collected using an auger of 0-20 cm for their phytochemical analyses. Four types of herbaceous vegetations were identified: *Andropogon festuciformis* and *Coelachne angolensis*, *Sacciolepis interrupta* and *Panicum funaense*, *Hyparrhenia diplandra* and *Setaria sphacelata*, as well as *Anadelphia leptocoma* and *Phacelurus gabonensis*. Shannon index (H') being comprised between 1,047 and 2,49 and Pielou's Equitability (E) varying from 0,238 to 0,523 show that those groupements are floristically less diversified and species distribution is not equitable. Soils under those vegetations are sandy, muddy and clayey according to the sites, acids (pH between 3,3 and 4,86), with low azote contents (0,05 to 0,13 %) and a bit high in assimilable phosphorus (14,85 to 23,41 ppm). Their organic matter content varies from 2,53 to 5,08 %. The use of those herbaceous vegetations for agropastoral purposes would include sustainable management normes of fragile ecosystems in order to garanty the perennity of herbaceous landscaps of wet zones of the Congolese cuvette basin.

Keywords : *herbaceous vegetation, wet zones, fishing, breeding, farming, congolese cuvette basin.*

1. Introduction

Les formations herbeuses tropicales dans la classification de Yangambi sont les savanes, les steppes et les prairies [1]. En zone humide, les formations herbeuses sont marquées par des inondations périodiques suite aux variations du niveau des cours d'eau [2]. Ces formations herbeuses inondables rendent de nombreux services à toutes les communautés biologiques [3] et l'intérêt de les sauvegarder est devenu depuis la convention de Ramsar en 1971, l'une des préoccupations majeures internationales [4]. En République du Congo, les zones humides herbeuses sont majoritairement représentées au niveau de la Cuvette congolaise. Ces écosystèmes occupent une position très stratégique dans le développement socio-économique des populations riveraines de cette zone [5, 6]. Ils offrent des possibilités d'exploitations en deux phases en suivant le rythme des variations du niveau des cours d'eau : une période de décrue marquée par les activités agricoles et une période de crue caractérisée par la montée des eaux favorisant ainsi les activités de pêche. Cependant, jusque-là, en République du Congo, les formations herbeuses des zones humides de la Cuvette congolaise ne semblent pas assez étudiées. Les quelques travaux scientifiques qui existent mettent plus l'accent sur l'étude des formations forestières [7 - 9] ou sur les formations herbeuses de terre ferme [10 - 12]. Toutefois la surexploitation de certains habitats herbacés en zones humides de la Cuvette congolaise pour ravitailler les marchés forains en produits de chasse, de pêche ou d'agriculture conduit à la destruction des sites de certains espèces rares ou peu répandues [13]. De plus, la découverte d'environ 30 milliards de tonnes de dioxyde de carbone piégées dans les tourbières de la Cuvette congolaise, fait de cette zone l'un des écosystèmes les plus fragiles de la planète [14, 15]. Les connaissances floristiques et écologiques dans cette zone donnent des indications qui peuvent guider les conservateurs des zones humides. C'est dans ce cadre que s'inscrit le présent travail dont l'objectif général est de caractériser les formations herbeuses exploitées pour la pêche, l'agriculture et l'élevage en zones humides de la Cuvette congolaise en vue de leur gestion durable. Spécifiquement, il s'agit de : (i) déterminer les groupements végétaux des formations herbeuses inondables exploitées pour la pêche, l'élevage et l'agriculture ; (ii) caractériser sur le plan physico-chimique les sols sous les formations herbeuses inondables exploitées par les riverains des zones humides de la cuvette congolaise en Républiques du Congo.

2. Matériel et méthodes

2-1. Présentation du milieu d'étude

Le milieu d'étude est dominé par les formations herbeuses inondables de la cuvette congolaise. La Cuvette Congolaise est une vaste plaine en grande partie marécageuse, aux altitudes inférieures à 500 m. Elle est

située en République du Congo, entre 0° et 2° de latitude Nord-Sud et entre 15° et 18° de longitude Est (**Figure 1**). Le climat de la Cuvette congolaise est sous les régimes équatorial et subéquatorial. La saison sèche n'est pas très remarquable, il y'a juste un ralentissement des pluies en juin-juillet-août [5]. Le réseau hydrographique de la Cuvette congolaise est très dense. Il s'organise autour des principaux affluents du fleuve Congo, à savoir : la Sangha, la Likouala, l'Alima, l'Oubangui, la Likouala-Mossaka, le Kouyou et la Likouala aux herbes. Les formations géologiques présentent sont les sables Batéké du tertiaire et les alluvions argileux du quaternaire. Les sols sont argileux ou sableux selon les sites [10]. La couverture végétale est très hétérogène dans la Cuvette congolaise. Elle comprend, les forêts inondées, les savanes et les prairies [16]. Les principales activités menées par les populations de la Cuvette congolaise sont la pêche, l'agriculture, l'élevage, la chasse, la cueillette et le commerce [6]. Le commerce est surtout activé par le développement des marchés forains qui accentue le trafic des produits issus des eaux.

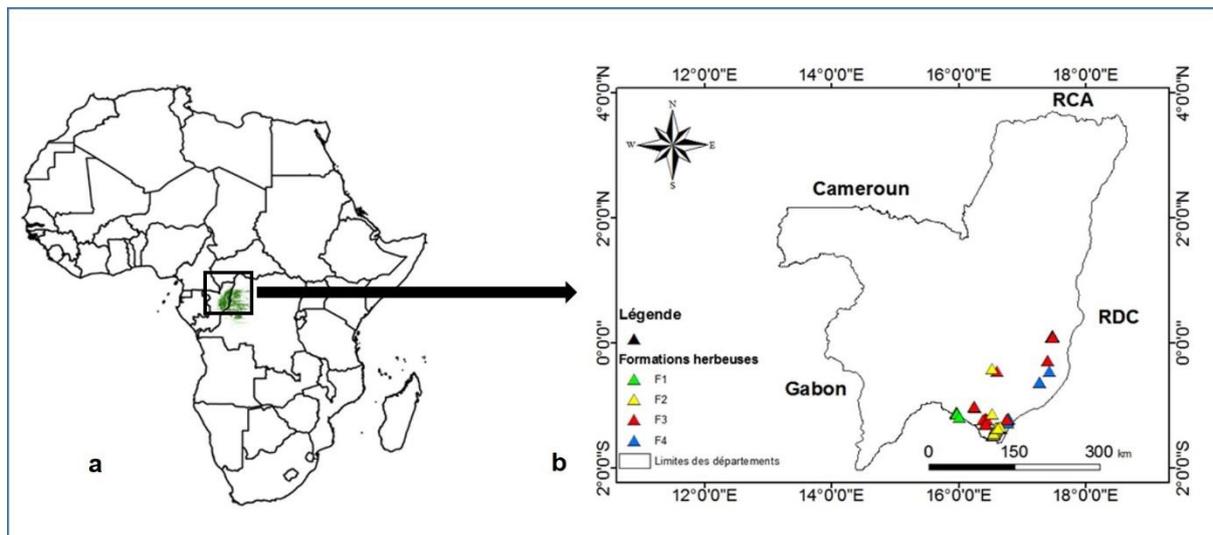


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude

Légende : a : en vert, la Cuvette congolaise [14] ; b : Localisation géographique des quatre formations herbeuses étudiées (F1, F2, F3 et F4 : respectivement formation 1, 2, 3 et 4)

2-2. Méthodes

2-2-1. Analyse floristique

Les prospections ont été réalisées en période optimale de la végétation pour chacune des formations végétales étudiées. Elles ont permis de faire le choix des sites qui ont servi à la réalisation des relevés phytosociologiques. L'identification des spécimens végétaux a été effectuée au Laboratoire de Botanique de l'Institut de Recherche en Sciences Exactes et Naturelles (IRSEN) de la République du Congo, à l'Herbier National de la République du Bénin et à l'Herbier de Meise (BRU) en Belgique. D'autres spécimens indéterminés ont été identifiés à partir des flores existantes [17, 18] par les systématiciens du Laboratoire d'Ecologie appliquée (FSA /UAC). L'inventaire floristique a été effectué au sein d'une surface homogène de 100 m² avec 20 répétitions par type de formation herbeuse soit une surface totale de 2000 m² par formation végétale. Les relevés phytosociologiques sont réalisés en suivant l'approche sigmatiste développée par BRAUN-BLANQUET [19]. Le choix de l'emplacement pour la réalisation du relevé se fait au sein d'un individu d'association ayant suffisamment de la place pour s'exprimer et les critères d'homogénéité floristique, physiologique et écologique sont rigoureusement respectés. Les coefficients mixtes d'abondance - dominance et les recouvrements moyens (RM) suivent l'échelle de BRAUN-BLANQUET reprise par plusieurs auteurs [19, 20].

- 5 : recouvrement supérieur à 75 %, quel que soit le nombre d'individus (RM = 87,5 %)
 4 : recouvrement compris entre 50 et 75 %, quel que soit le nombre d'individus (RM = 62,5 %)
 3 : recouvrement compris entre 25 et 50 %, quel que soit le nombre d'individus (RM = 37,5 %)
 2 : recouvrement compris entre 5 et 25 %, individus abondants ou très abondants (RM = 15 %)
 1 : recouvrement inférieur à 5 %, individus assez abondants (RM = 3 %)
 + : très peu d'individus avec très faible recouvrement (RM = 0,5 %).

La matrice de 80 relevés phytosociologiques et 87 espèces a été soumise aux analyses statistiques avec le logiciel R [21] version 3.5.3 (2019-03-11). Les groupements ont été identifiés à partir du dendrogramme issu de la classification hiérarchique ascendante (CAH). La diversité floristique a été évaluée dans le cadre de cette étude par le calcul de l'indice de SHANNON [22].

2-2-2. Caractérisation des sols

Le prélèvement des échantillons de sols s'est fait à la tarière sur une profondeur de 0-20 cm. Pour chaque relevé retenu, un prélèvement est effectué. Deux échantillons mixtes par type de formation végétale ont été formés. Des échantillons ainsi obtenus ont été séchés à l'air libre puis emmenés au laboratoire de Sciences du sol de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université d'Abomey-Calavi en République du Bénin, pour des analyses granulométriques 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, l'azote par la méthode de KJELDAHL et le phosphore assimilable par la méthode de Bray 1. Le pH a été mesuré par potentiométrie. La capacité d'échange cationique (CEC) a été déterminée par la méthode de METSON à pH 7. Le dosage des bases échangeables s'est fait par extraction à Acétat NH₄, et lecture au SAA. La matière organique a été déduite du carbone par le coefficient multiplicateur (MO % = 1,724C %) et le rapport C/N a été calculé.

2-2-3. Traitement des données floristiques

La similitude floristique est ici évaluée par l'indice de Sorensen (K). Le calcul se fait par la **Formule (1)**[20]:

$$K = 2 \times \frac{c}{A+B} \times 100 \quad (1)$$

avec, *c* : Nombre d'espèces communes aux deux formations végétales A et B ; A : Nombre total d'espèces de la formation végétale A ; B : Nombre total d'espèce de la formation végétale B.

Lorsque le coefficient de Sorensen a une valeur supérieure ou égale à 50, les formations sont floristiquement similaires. Par contre lorsque celui-ci n'atteint pas 50, les formations sont indépendantes les unes des autres. La richesse spécifique (S) est le nombre total d'espèces d'une communauté végétale. La diversité spécifique maximale de Shannon [22] ou H_{max} est le logarithme de base deux de la richesse spécifique **Formule (2)**.

$$H_{\max} = \text{Log}_2 S \quad (2)$$

L'indice de diversité de SHANNON est défini selon la **Formule (3)**:

$$H' = - \sum P_i \times \log_2 P_i \text{ avec } 0 < P_i < 1 \quad (3)$$

P_i étant le Poids de l'espèce *i* dans la formation végétale.

C'est le rapport entre le recouvrement moyen de l'espèce *i* et le recouvrement total de toutes les espèces de la formation végétale [20]. L'indice de Shannon varie généralement de 0 à 5. D'après [23], l'indice de Shannon

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. L'Équitabilité de PIELOU [24] exprime la répartition des espèces au sein du peuplement. Elle a été calculée à l'aide de la **Formule (4)** :

$$E = \frac{H'}{H_{\max}} \quad (4)$$

H_{\max} étant la diversité spécifique maximale de Shannon.

La valeur de l'équitabilité (E) varie de 0 à 1 [25]. Elle tend vers 0 quand une espèce a un très fort recouvrement et tend vers 1 lorsque toutes les espèces présentent la même importance. Les types biologiques définis dans le cadre de cette étude suivent la classification de RAUNKIAER [26]. On distingue :

- Les phanérophytes (Ph) : bourgeons persistants situés sur les axes aériens plus ou moins persistants. Ils sont situés entre 8 et 30 m chez les Mésophanérophytes (mPh) et entre 0,5 et 2 m chez les Nanophanérophytes (NPh) ;
- Les Chaméphytes (Ch) : bourgeons persistants aériens situés entre 0 et 0,5m ;
- Les Hémicryptophytes (He) : bourgeons persistants aériens situés au ras du sol ;
- Les Géophytes (G) : bourgeon cachés dans le sol ;
- Les Thérophytes (Th) : plantes annuelles ou saisonnières se reproduisant par les graines ;
- Les Semi-épiphytes (semi-épi) : plantes non parasites qui se développent parfois sur d'autres plantes qui leurs servent simplement de support.
- Les Hélophytes (Helo) : organes de réserve persistants enfouis dans la vase et organes végétatifs et reproducteurs hors de l'eau ;
- Les Hydrophytes (Hydro) : bourgeons persistants situés au fond de l'eau et dont le cycle de vie se passe entièrement dans l'eau.

Les types phytogéographiques des espèces sont établis à partir des subdivisions chorologiques de [27]. Ainsi, on distingue : Les espèces réparties dans toutes les régions tropicales (Pantropicales ; Pan), espèces présentes en Afrique tropicale, en Asie tropicale, à Madagascar et en Australie (Paléo-tropicales ; Pal), espèces réparties en Afrique et en Amérique tropicale (Afro-américaines ; Aam), espèces réparties en Afrique et à Madagascar (Afro-malgache ; AM), espèces réparties dans toute l'Afrique tropicale (Afro-tropicales ; AT), espèces de la zone de transition guinéo-congolaise et soudanienne (GC-S), espèces de la zone de transition guinéo-congolaise et zambézienne (GC-Z), espèces réparties dans la région guinéo-congolaise (GC). Les types biologiques et phytogéographiques ont permis de déterminer les spectres biologiques bruts à partir de la **Formule (5)** suivante définis par [28].

$$\text{Spectre biologique brut (\%)} = \frac{\text{Nombre d'espèces par type biologique ou phytogéographique}}{\text{Nombre total d'espèces}} \times 100 \quad (5)$$

Les spectres pondérés sont obtenus en considérant les recouvrements moyens (RM) par type biologique ou phytogéographique.

3. Résultats

3-1. Composition floristique

L'inventaire floristique a permis de dénombrer 87 espèces végétales réparties en 64 genres et 28 familles botaniques. La famille la plus représentative est celle des Poaceae avec 23 espèces suivie de celle des Cyperaceae avec 21 espèces (**Figure 2**).

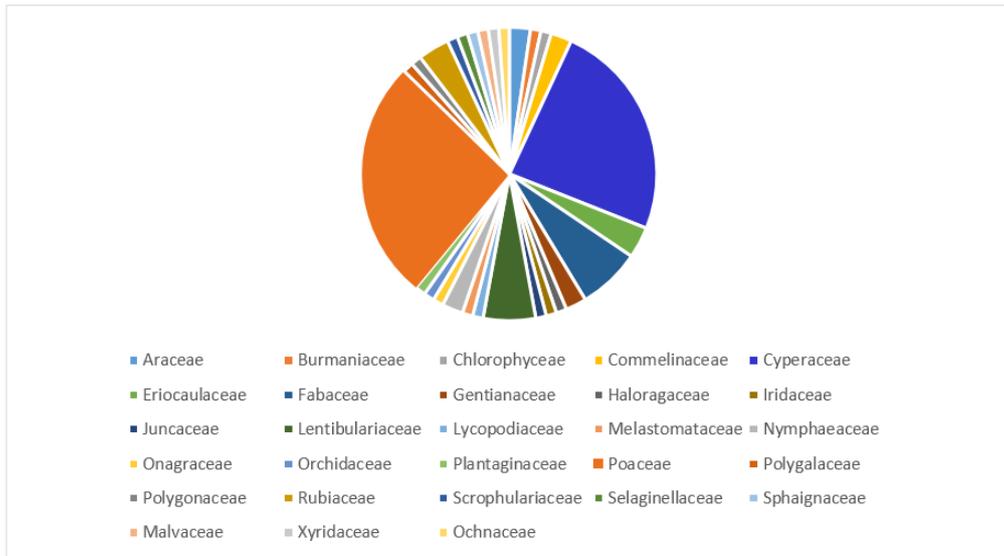


Figure 2 : Répartition des espèces par famille

Le dendrogramme (Figure 3) a permis d'individualiser quatre formations végétales ou groupements végétaux. En tenant compte des espèces caractéristiques (Tableau 1), il s'agit de : la formation à *Andropogon festuciformis* Rendle et *Coelachne angolensis* (Rendle) Jacq.-Fél. (formation 1), la formation à *Sacciolepis interrupta* (Willd.) Stapf et *Panicum funaense* Vanderyst (formation 2), la formation à *Hyparrhenia diplandra* (Hack.) Stapf et *Setaria sphacelata* (Schumach.) Stapf & C. E. Hubb. ex M. B. Moos (formation 3) et la formation à *Anadelphia leptocoma* (Tron.) Pilg. et *Phacelurus gabonensis* (Steud.) Clayton (formation 4). Le calcul de l'indice de similarité de Sorensen entre ces formations végétales a révélé qu'il n'y a pas de similitude floristique entre les quatre formations végétales identifiées. Les valeurs de l'indice de Sorensen varient de 3,51 à 32,65 (Tableau 2).

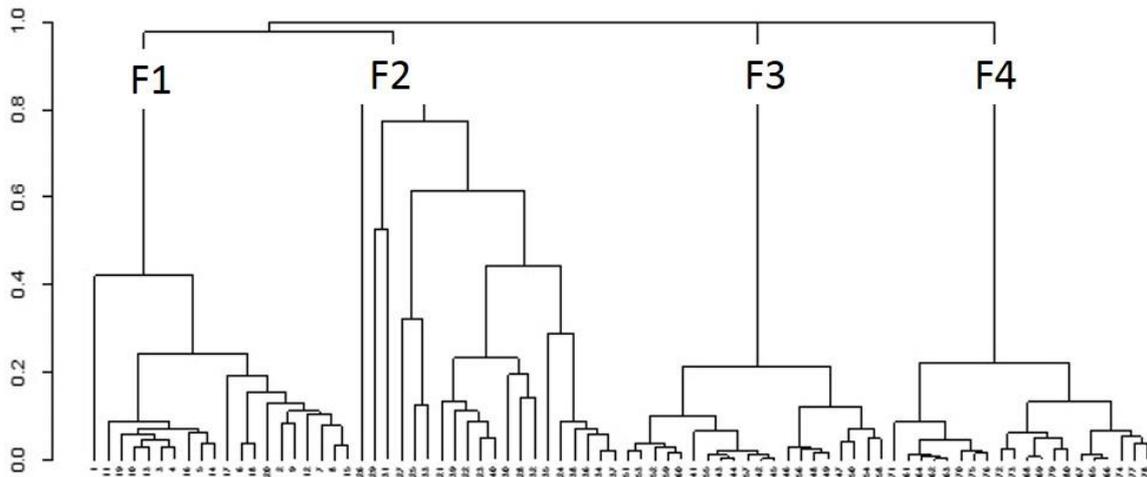


Figure 3 : Dendrogramme des formations herbeuses étudiées

Tableau 1 : Valeurs indicatrices et probabilités des espèces caractéristiques

Formation herbeuses	Espèces caractéristiques	Valeur indicatrice	Probabilité
Formation 1 (F1)	<i>Andropogon festuciformis</i> Rendle	1	0,001
	<i>Coelachne angolensis</i> (Rendle) Jacq.-Fél.	0,75	0,001
Formation 2 (F2)	<i>Sacciolepis interrupta</i> (Willd.) Stapf	0,93	0,001
	<i>Panicum funaense</i> Vanderyst	0,90	0,001
Formation 3 (F3)	<i>Hyparrhenia diplandra</i> (Hack.) Stapf	1	0,001
	<i>Setaria sphacelata</i> (Schumach.) Stapf & C. E. Hubb. ex M. B. Moos	1	0,001
Formation 4 (F4)	<i>Anadelphia leptocoma</i> (Tron.) Pilg.	1	0,001
	<i>Phacelurus gabonensis</i> (Steud.) Clayton	1	0,001

Tableau 2 : Indices de similarité de Sorensen (%) entre les formations végétales étudiées

	Formation 1	Formation 2	Formation 3
Formation 1			
Formation 2	32,65		
Formation 3	3,51	4,16	
Formation 4	3,77	10	18,78

La **Figure 4** présente les types biologiques des espèces de chacune des quatre formations herbeuses étudiées. Les spectres bruts sont caractérisés par une présence remarquable des Géophytes des Hémicryptophytes et des Thérophytes sur l'ensemble des formations herbeuses étudiées. Par contre, les spectres pondérés des quatre formations herbeuses étudiées illustrent une dominance très marquée des Hémicryptophytes.

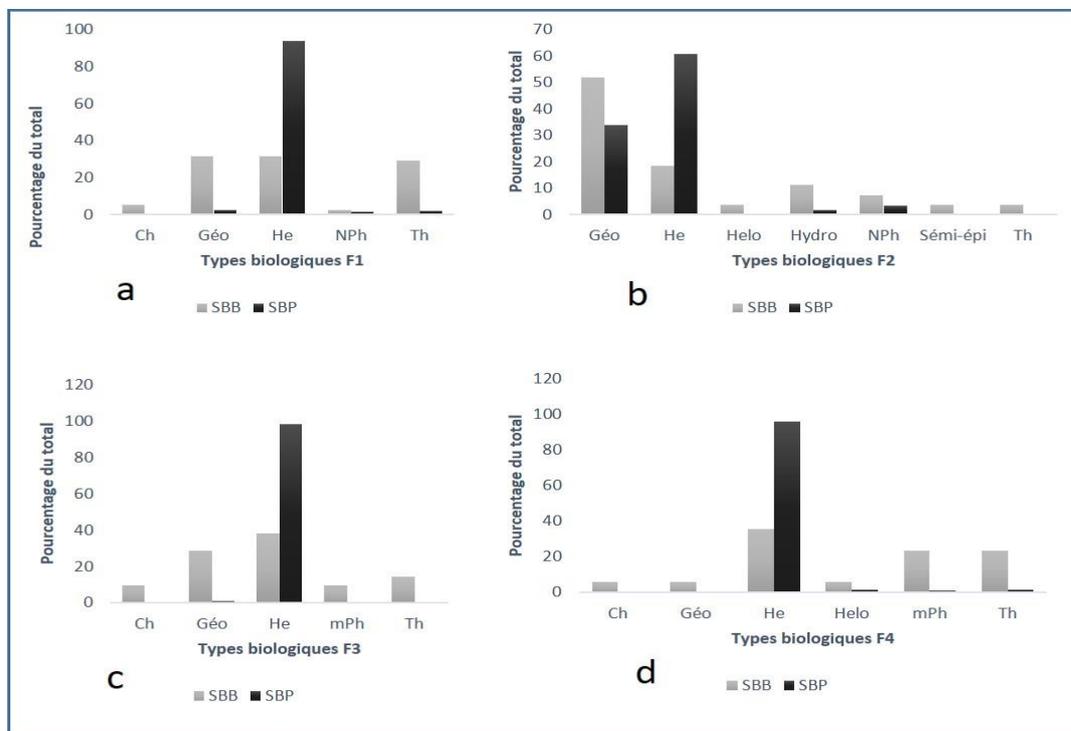


Figure 4 : Types biologiques des formations herbeuses étudiées

Légende : a : Formation 1; b : Formation 2; c : formation 3; d : Formation 4; SBB : spectre biologique brut; SBP : spectre biologique pondéré

Les types phytogéographiques des espèces des formations étudiées sont présentés dans la **Figure 5**. Les spectres bruts montrent que les formations 1, 2 et 4 (respectivement les formations à *Andropogon festuciformis* et *Coelachne angolensis*; *Sacciolepis interrupta* et *Panicum funaense*; *Anadelphia leptocoma* et *Phacelurus gabonensis*) ont une abondance des espèces à distribution Guinéo-congolaise. Seule la formation 3 (formation à *Hyparrhenia diplandra* et *Setaria sphacelata*) présente une prédominance des espèces à distribution Afro-tropicale. Les spectres pondérés illustrent l'appartenance des espèces dominantes de la formation 1 à la zone de transition Guinéo-congolaise et soudanienne (**Figure 5.a.**) et celles de la formation 3 (**Figure 5.c.**) à la zone Paléo-tropicale.

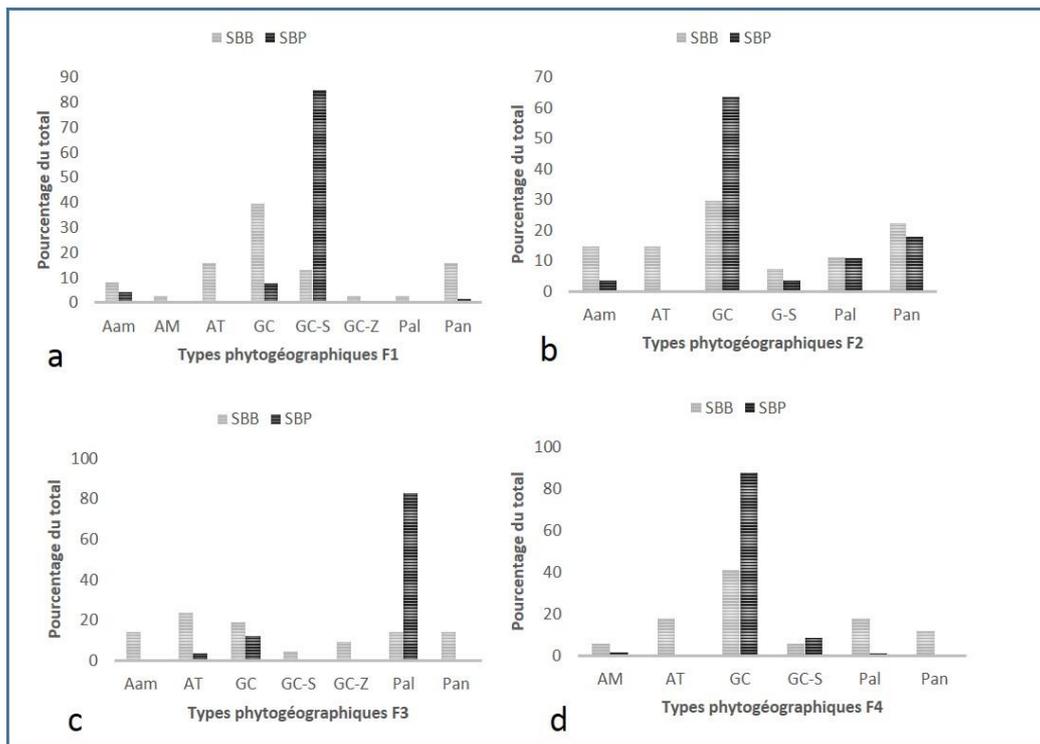


Figure 5 : Types phytogéographiques des formations herbeuses étudiées

Légende : a : Formation 1; b : Formation 2; c : formation 3; d : Formation 4; SBB : spectre biologique brut ; SBP : spectre biologique pondéré

Les indices de diversité floristique des formations végétales étudiées sont consignés dans le **Tableau 3**. La richesse spécifique (S), est moyennement élevée sur l'ensemble des formations herbeuses étudiées. La valeur la plus élevée est enregistré au niveau de la formation 1 avec une diversité maximale de 5,248. L'Indice de Shannon (H'), a des valeurs faibles. Le constat est le même pour l'équitabilité de Pielou. Les formations herbeuses étudiées sont donc des milieux spécialisés ayant une physionomie imposée par celle des espèces dominantes qui donnent leur aspect, leur couleur et leur architecture à la formation herbeuse.

Tableau 3 : Indices de diversité spécifique des formations herbeuses étudiées

Indices de diversité	Formation 1	Formation 2	Formation 3	Formation 4
Richesse spécifique (S)	38	27	21	17
Diversité maximale (Hmax)	5,248	4,754	4,39	4,087
Indice de Shannon (H')	1,28	2,49	1,047	1,057
Equitabilité de Pielou (E)	0,243	0,523	0,238	0,258

3-2. Caractéristiques physico-chimiques des sols

L'analyse granulométrique des sols sous les quatre formations herbeuses révèle que la texture du sol varie d'une formation végétale à une autre (**Tableau 4**). Ces résultats montrent que la formation 1, se développe sur sol sableux (78,00 % Sable). Le sol sous la formation 2, est riche en limons (52,90 % Limon). Par contre le sol sous la formation 3 est soit riche en argile (57,00 % d'argile) soit riche en limons (70,40 % de limon) selon les sites. La formation 4 se développe plutôt sur les alluvions argileuses de la Cuvette congolaise.

Tableau 4 : Composition granulométrique

Particules	Formation 1		Formation 2		Formation 3		formation 4	
	E1	E2	E1	E2	E1	E2	E1	E2
Argile (%)	12,20	7,80	17,00	11,60	57,00	23,00	57,00	57,00
Limons (%)	12,80	9,20	50,40	55,40	15,40	70,40	19,20	39,40
Sable (%)	74,00	82,00	32,00	32,00	27,00	6,00	23,00	3,00

Légende : E1 ; échantillon composite 1, E2 ; échantillon composite 2

Les résultats d'analyses chimiques (**Tableau 5**) montrent que les sols sous les formations herbeuses périodiquement inondées de la Cuvette congolaise sont acides dans l'ensemble. Le pH eau le moins acide (4,86) s'observe au niveau de la formation à *Hyparrhenia diplandra* et *Setaria sphacelata*. La teneur en phosphore assimilable est assez importante dans l'ensemble. Elle varie entre 14,85 et 23,41 ppm. Le taux de matière organique à des valeurs faibles dans l'ensemble. Les valeurs varient de 2,53 à 5,08 % sur l'ensemble des formations herbeuses étudiées. Les teneurs en azotes variant entre 0,05 et 0,13 sont faibles sur l'ensemble des formations herbeuses étudiées. Les valeurs moyennes de la capacité d'échange cationique (CEC) sont respectivement 8,44 ; 13,90 ; 15,31 et 13,905 méq/100 g au niveau des formations 1, 2, 3 et 4. Le Ca²⁺ oscille entre 0,814 et 3,962 méq/100 g, le Mg²⁺ entre 0,069 et 0,524 méq/100g et le K⁺ entre 0,054 et 0,553 méq/100g. Le rapport C/N est inférieur à 25 en moyenne au niveau des formations 1, 3 et 4 (**Tableau 5**). Par contre, il est supérieur à 25 au niveau de la formation 2.

Tableau 5 : Analyses chimiques

Paramètres analysés	Formation 1		Formation 2		Formation 3		Formation 4	
	E1	E2	E1	E2	E1	E2	E1	E2
pH H2O	4,28	4,13	3,61	3,3	4,86	4,29	4,32	4,32
pH KCl	4,01	3,89	3,02	2,85	3,98	3,03	3,88	3,62
C (%)	2,06	1,95	2,43	2,95	2,05	1,82	1,78	1,47
N (%)	0,13	0,13	0,05	0,13	0,12	0,08	0,07	0,07
Pass (ppm)	17,32	25,34	16,86	29,97	15,31	14,39	20,25	15,16
CEC (méq / 100 g)	11,88	5,00	10,31	17,50	18,13	12,50	10,31	17,50
Ca ²⁺ (méq / 100 g)	0,814	1,205	1,718	1,405	1,30	1,432	3,962	1,385
Mg ²⁺ (méq / 100 g)	0,069	0,193	0,509	0,524	0,275	0,451	0,395	0,352
K ⁺ (méq / 100 g)	0,054	0,063	0,205	0,553	0,264	0,407	0,404	0,299
MO (%)	3,55	3,36	4,19	5,08	3,53	3,14	3,06	2,53
C/N	15,85	15,00	48,60	22,69	17,08	22,75	25,42	21,00

Légende : E1 ; échantillon composite 1, E2 ; échantillon composite 2

4. Discussion

Les formations herbeuses inondables étudiées sont dans l'ensemble des pelouses à dominance graminéennes comme les savanes de terre ferme environnantes [11, 29]. Sur les quatre groupements individualisés seule la savane à *Hyparrhenia diplandra* semble être la mieux documentée dans la Cuvette congolaise [7, 10, 13]. Sa présence a été également signalée dans les plateaux Batéké par [30]. Le calcul de l'indice de Sorensen révèle que les quatre formations végétales sont indépendantes et appartiennent à des communautés végétales différentes. La prédominance des Géophytes, des Hémicryptophytes et des Thérophytes des spectres bruts peuvent s'expliquer par le fait que les zones humides sont des milieux à fortes contraintes édaphiques où les hygrophiles doivent fortement lutter pour traverser la mauvaise saison. Le sol est soit trop gorgé d'eau (période de crue) soit en déficit hydrique pendant les périodes de décrue et les hygrophiles sont appelés à traverser les deux phases de variation du niveau d'eau grâce à un dispositif bien adapté. Celles qui ne supportent pas l'une des deux phases, la traverseront sous forme de graine, c'est le cas des Thérophytes, d'autres ont leurs organes de réserves enfouis dans la vase (les Géophytes). Les Hémicryptophytes ne supportant pas de longue période d'inondation se développent surtout en savane à longue période de décrue (formations 3 et 4). Ces résultats rejoignent ceux trouvés par [13] dans les savanes des plaines inondables de la zone de Mossaka dans la Cuvette congolaise.

Les résultats des spectres pondérés illustrent une présence importante des Hémicryptophytes. Ces résultats expliqueraient le fait que la physionomie d'une formation herbeuse dépend en majorité de l'espèce dominante. Les résultats des spectres phytogéographiques montrent que les formations herbeuses exploitées alternativement pour la pêche, l'agriculture et l'élevage en zone humides de la Cuvette congolaise sont pour la plupart des cas des formations végétales dont le cortège floristique est particulier au centre régional d'endémisme Guinéo-congolais. Ce qui explique l'appartenance de cette zone au centre régional d'endémisme Guinéo-congolais [27]. Par contre, les spectres pondérés montrent que la formation 1 appartient à la zone de transition Guinéo-congolaise et la formation 3 à l'empire Paléo-tropicale. Les formations herbeuses étudiées sont moyennement riches floristiquement (17 à 38 espèces). L'Indice de SHANNON (H'), a des valeurs faibles (1,047 à 2,49). Le constat est le même pour l'équitabilité de PIELOU (0,238 à 0,523). Ces résultats se justifient par la présence des espèces dominantes sur l'ensemble des formations herbeuses étudiées. Le sol est soit limoneux (52,90 %) soit argileux (57,00 %) au niveau de la formation 3. Ces résultats sont similaires à ceux trouvés par [30] dans les savanes de terre ferme de la zone des plateaux Batéké et ceux trouvés par [10, 12] dans les savanes de terre ferme du Sud-ouest de la Cuvette congolaise. Par contre le sol est argileux (57,00 %) sous la formation 4. Ces résultats rejoignent les travaux de [6] au centre de la Cuvette congolaise.

Ces sols sont acides (3,3 à 4,86) sur l'ensemble des formations herbeuses étudiées. Cette forte acidité des sols limite la biodisponibilité de certains éléments importants comme le fer (Fe^{2+}); le Calcium (Ca^{2+}) et le potassium (K^+) et augmente les risques de toxicité à l'aluminium Al^{3+} [6]. Les teneurs en phosphore assimilable (14,85 à 23,41 ppm) moyennement élevées sont à relativiser car les travaux de [31] ont permis de démontrer que les méthodes Bray-1 et Bray-2 surestiment les quantités de phosphore disponibles dans les sols acides contenant beaucoup d'aluminium extractible à l'oxalate. De plus il est connu que, la majorité des sols tropicaux acides, pauvres en calcium et matière organique, ne possèdent qu'une très faible quantité de phosphore assimilable [32]. Les sols sous les quatre formations herbeuses seraient déficients en azote (0,05 à 0,13 %). Les sols ont de faible capacité d'échange cationiques sur l'ensemble des formations herbeuses étudiées. Les cations comme K^+ , Mg^{2+} et Ca^{2+} ne sont pas facilement échangés ou retenus par les sols. D'après DOUCET [33], c'est dans les sols à faibles CEC qu'il faut davantage tenir compte de l'équilibre entre les cations échangeables. Car dans ces sols, les influences des uns sur les autres sont très marquées. De même une faible CEC accroît les risques de pertes des cations échangeables par lessivage jusqu'à plusieurs dizaines de kg/ha/an [34]. Les teneurs en base échangeables (Ca^{2+} , Mg^{2+} et K^+) semblent être faibles sur l'ensemble des

formations herbeuses. Les valeurs non souhaitées des bases dévoilent des antagonismes et des blocages d'absorption quand la teneur d'une des bases est faible ou non suffisant [33]. Les rapports C/N inférieurs à 25 en moyenne au niveau des formations 1, 3 et 4 indiquent une bonne vitesse de décomposition de la matière organique et de minéralisation. Par contre, le rapport C/N supérieur à 25 au niveau de la formation 2, indique que le sol sous cette formation présente une vitesse plus ou moins lente de minéralisation de la matière organique. Les résultats des analyses granulométriques et chimiques révèlent que le potentiel nutritif des sols semble être faible sur l'ensemble des formations herbeuses étudiées.

5. Conclusion

L'étude permet d'identifier quatre types de formations herbeuses ou groupements végétaux périodiquement inondés et exploités temporairement pour la pêche l'élevage et l'agriculture au niveau de la Cuvette congolaise. Ces formations herbeuses et notamment celles à *Andropogon festuciformis* et *Coelachne angolensis*, *Sacciolepis interrupta* et *Panicum funaense*, *Hyparrhenia diplandra* et *Setaria sphacelata*, *Anadelphia leptocoma* et *Phacelurus gabonensis* ont un potentiel floristique relativement moyen et présentent un cortège floristique à distribution Guinéo-congolaise sauf la formation à *Hyparrhenia diplandra* et *Setaria sphacelata* qui présente une prédominance des espèces à distribution Afro-tropicale. La composition floristique de ces quatre formations est dominée par des espèces adaptées aux contraintes des variations du niveau des cours d'eau. Les sols sous ces formations sont relativement peu fertiles, avec une capacité d'échange cationique faible. Ils sont acides, pauvres en matière organique et ont des teneurs faibles en azote total. Les pratiques de pêche, d'agriculture et d'élevage sur ces formations végétales devraient intégrer les normes de gestion rationnelle des écosystèmes fragiles et les stratégies de gestion durable des eaux.

Références

- [1] - A. AUBREVILLE, Accord à Yangambi sur la nomenclature des types africains de végétation. *Bois et Forêts des Tropiques*, N° 51 (1957) 23 - 27
- [2] - O. T. COOMES, M. LAPOINTE, M. TEMPLETON and G. LIST, Amazon river flow regime and flood recessional agriculture : flood stage reversals and risk of annual crop Loss. *Journal of Hydrology*, 539 (2016) 214 - 222
- [3] - E. CREMIN, Entre mobilité et sédentarité : Les Mising, "peuple du fleuve", face à l'endiguement du Brahmapoutre (Assam, Inde du Nord-Est), Thèse de Doctorat, Université Paris 8, Vincennes, Saint-Denis (2014) 573 p.
- [4] - RAMSAR, Etat des zones humides du monde et des services qu'elles fournissent à l'humanité: compilation d'analyses récentes. Note d'information Ramsar, 7 (2015) https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/cop12_doc23_bn7_sowws_f.pdf
- [5] - 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 p.
- [6] - M. COMPTOUR, Entre pêche, agriculture, et commerce, jouer avec la variabilité écologique et sociale : Dynamique d'un système social-écologique dans les plaines inondables du fleuve Congo, Thèse de Doctorat, Université de Montpellier, Montpellier, (2017) 520 p.
- [7] - J. M. MOUTSAMBOTE, *Etude écologique, phytogéographique et phytosociologique du Congo Sempentrional (République du Congo)*. Thèse de Doctorat, Université Marien Ngouabi, Brazzaville, (2012) 636 p.

- [8] - Y. E. BOCKO, G. DARGIE, S. A. IFO, J. YOKA et J. J. LOUMETO, Répartition spatiale de la richesse floristique des forêts marécageuses de la Likouala, Nord-Congo. *Afrique Sciences*, 12 (4) (2016) 200 - 212, <http://afriquescience.info>
- [9] - Y. E. BOCKO, S. A. IFO et J. J. LOUMETO, Quantification des stocks de carbone de trois pools clés de carbone en Afrique Centrale : Cas de la forêt marécageuse de la Likouala (Nord Congo), *European Scientific Journal*, Vol. 13, N°5 (2017) 438 - 456
- [10] - J. YOKA, J. J. LOUMETO, J. VOUIDIBIO, B. AMIAUD et 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
- [11] - J. YOKA, B. AMIAUD, D. EPRON, J. J. LOUMETO et J. 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
- [12] - I. O. AMBOUA, Y. F. ASSONGBA, J. YOKA, P. AKOUANGO et J. G. DJEGO, Effet des arbustes sur la diversité floristique et la production herbacée dans les pâturages au ranch d'Essimbi à Boundji (République du Congo). *Journal of Applied Biosciences*, 134 (2019) 13618- 13629
- [13] - M. L. O. BITISSI, Caractéristiques écologiques des formations herbeuses inondables utilisées pour la l'Agriculture dans la zone de Mossaka (Cuvette congolaise). Mémoire de Master ès Sciences et Techniques, Université Marien Ngouabi, Brazzaville, (2019) 42
- [14] - G. C. DARGIE, S. L. LEWIS, I. T. LAWSON, E. T. A. MITCHARD, S. E. PAGE, Y. E. BOCKO, et S. A. IFO, Age, extent and carbon storage of the central Congo Basin peatland complex. *Nature*, 542 (7639) (2017) 86 - 90
- [15] - G. C. DARGIE, I. T. LAWSON, T. J. RAYDEN, L. MILES, E. T. A. MITCHARD, S. E. PAGE, Y. E. BOCKO, S. A. IFO, et S. L. LEWIS, Congo Basin peatlands: threats and conservation priorities. *Mitig Adapt Strateg Glob Change*, (2018), <http://doi.org/10.1007/s11027-017-9774-8>
- [16] - UICN/PACO, Parcs et réserves du Congo: Evaluation de l'efficacité de gestion des aires protégées. *UICN/PACO - programme aires protégées*, Ouagadougou, BF, (2012) 144
- [17] - A. AKOEGNINO, B. W. J. VAN DER BURG et L. J. G. VAN DER MAESEN, Flore analytique du Bénin. *Backhuys Publishers*, Cotonou & Wageningen, (2006) 1034
- [18] - A. P. M. VAN DER ZON, Graminées du Cameroun volume II, flore. *Wageningen Agricultural University Papers* 92.1, (1992) 557 p.
- [19] - L. DELASSUS, Guide de terrain pour la réalisation des relevés phytosociologiques, Brest. *Conservatoire botanique national de Brest* document technique, (2015) 25
- [20] - J. G. DJEGO, Phytosociologie de la végétation de sous-bois et Impact Ecologique des plantations forestière sur la diversité floristique au Sud et au centre du Bénin, Thèse de Doctorat, Université d'Abomey-calavi, Cotonou, (2006) 448 p
- [21] - R CORE TEAM, R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, (2005), URL: <http://www.R-project.org>
- [22] - R. BARBAUT, Ecologie générale. Structure et fonctionnement de la biosphère. *Masson et Cie Ed.*, Paris, (1997) 286
- [23] - 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
- [24] - S. FRONTIER et D. PICHOD, Ecosystèmes : structure, fonctionnement, évolution. Collection d'écologie 21. *Masson et Cie Ed.*, Paris, (1991) 392
- [25] - L. LEGENDRE et P. LEGENDRE, Ecologie numérique: la structure des données écologiques; 2^{ème} éd., Tome 2, *Collection d'Ecologie*, 13 (1984) 261

- [26] - J. LEBRUN, La végétation de la plaine alluviale au Sud du lac Edouard. *Institut parc Nat. Congo Belge*, Bruxelles, (1947) 800
- [27] - F. WHITE, The vegetation of Africa. *UNESCO*, Paris, (1983) 356 p.
- [28] - A. AUBREVILLE, Classification des formes biologiques des plantes vasculaires en milieu tropical. *Adansonia*, série 2, 3 (1963) 221 - 226
- [29] - M. C. BOKATOLA, J. YOKA, ET J. J. LOUMETO, Impact de la pâture sur la diversité floristique et la production herbacée des savanes de la zone de Boundji, Cuvette congolaise, République du Congo. *Afrique Science*, 13 (3) (2017) 15 - 29, <http://afriquescience.info>
- [30] - P. G. ASSIALA, J. YOKA, J. J. LOUMETO et J. G. DJEGO, Caractéristiques écologiques des savanes de la zone de Lékana dans les plateaux Batéké, République du Congo. *Afrique Sciences*, 15 (4) (2019) 354 - 365, <http://afriquescience.info>
- [31] - M. GIROUX et T. SEN TRAN, Evaluation du phosphore assimilable des sols acides avec différentes méthodes d'extraction en relation avec le rendement de l'avoine et les propriétés du sol. *Canadian Journal of Soil Science*, 65 (1985) 47 - 60
- [32] - B. DABIN, Méthode d'étude de la fixation du phosphore sur les sols Tropicaux, (1970), <https://pdfs.semanticscholar.org/e489/ff27a5265f88e9671b2f92933b85d858177a.pdf>
- [33] - G. JUTRAS, Guide pour l'interprétation d'une analyse de sol, (2019), http://blog.ac-versailles.fr/formationcapa/public/MP2/Interpretation_AnalyseSol_.pdf
- [34] - UNIFA, Quelques clés pour comprendre les résultats d'analyse. <https://fertilisation-edu.fr/le-sol/en-savoir-plus/44-quelques-cles-pour-comprendre-les-resultats-d-analyse.html>, consulté le 18 Juillet 2019