

## **Influence du sol sur la répartition et la production de phytomasse de savanes de la Cuvette congolaise (République du Congo)**

### **Soil influence on the distribution and the productivity of savannas in the Congolese Basin (Congo Republic)**

J.YOKA <sup>1</sup>, J.J. LOUMETO <sup>1</sup>, J.VOUIDIBIO <sup>1</sup>, B.AMIAUD <sup>2</sup> & D.EPRON <sup>3</sup>

**Abstract :** The aim of the study is to evaluate the influence of soil on the distribution and productivity of savannas in Congolese Basin. *Hyparrhenia diplandra* and *Loudetia simplex* savannas have been identified using "quadrats" aligned point method. Their soils are very sandy, acidic, poor in organic matter and mineral elements. The clay content under *H. diplandra savanna* soil (up to 14%) is higher than under the *L. simplex* one (maximum 1%). The aerial herbaceous phytomass was measured using harvests made after fires that occur during the dry season. It reaches its top edge ten months after the fires, in May, and ranges between 9,72 and 10,77 t MS/ha for *H. diplandra* savanna and between 3,30 and 4,87 t MS/ha for *L. simplex* one. The distribution of the two types of savannas, with their difference in phytomass production, is related to the clay content and to the concentrations of mineral elements in the soils.

**Key words:** Congolese Basin - Savannas - soil - herbaceous productivity

**Résumé :** L'objectif de l'étude consiste à évaluer l'influence du sol sur la répartition et la production de phytomasse de savanes de la Cuvette congolaise : la savane à *Hyparrhenia diplandra* et celle à *Loudetia simplex*. Celles-ci ont été identifiées à partir de la méthode des points quadrats alignés. Leurs sols sont très sableux, acides, pauvres en matière organique et en éléments minéraux. Le taux en argiles dans le sol sous savane à *H. diplandra* (jusqu'à 14%) est supérieur à celui sous savane à *L. simplex* (1% au maximum). La phytomasse aérienne herbacée a été mesurée à partir des récoltes effectuées durant la période postérieure aux feux de la saison « sèche ». Elle atteint son maximum à dix mois après les feux, en mai, et varie entre 9,72 et 10,77 t MS/ha pour la savane à *H. diplandra* et entre 3,30 et 4,87 t MS/ha pour la savane à *L. simplex*. La répartition des deux types de savanes, avec leur différence de production de phytomasse, est en rapport avec les taux en argiles et les teneurs en éléments minéraux des sols.

**Mots clés :** Cuvette congolaise - Savanes - Sols - Phytomasse herbacée

## **INTRODUCTION**

Les savanes constituent une des dernières ressources terrestres dont la mise en exploitation est relativement facile malgré de faibles réserves organiques et minérales qui ne leur assurent qu'un équilibre fragile (HETTIER et al., 1992). En Afrique, comme en Amérique du sud et en Australie, les savanes sont extensivement utilisées pour l'élevage bovin dont

(<sup>1</sup>): Université Marien Ngouabi, Laboratoire de Botanique et Ecologie, Faculté des Sciences, B.P. 69, Brazzaville, Congo. Email : joseph\_yoka@yahoo.fr, loumeto@hotmail.com, jvoudibio@yahoo.fr.

(<sup>2</sup>): Nancy Université, Institut National Polytechnique de Lorraine, Laboratoire Agronomie et Environnement (UMR 1121 INRA-INPL), Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et des Industries Alimentaires, 2 Avenue de la forêt de Haye, 54500 Vandoeuvre-les-Nancy, France. Email : bernard.amiaud@ensaia.inpl-nancy.fr

(<sup>3</sup>): Nancy Université, Université Henri Poincaré, Ecologie et Ecophysiologie Forestières (UMR 1137 INRA-UHP), Faculté des Sciences, B.P. 239, 54506 Vandoeuvre-les-Nancy Cedex, France. Email : daniel.epron@sbiol.uhp-nancy.fr

l'amélioration de la production devrait s'appuyer sur une gestion rationnelle et durable des pâturages. Celle-ci nécessite des études préalables sur le plan de la phytocécologie et de la production de la phytomasse aérienne herbacée.

De nombreuses études ont été menées en Afrique de l'Ouest dans le but d'estimer la productivité des milieux herbacés de savanes. Citons ceux relatifs à la biomasse des groupements herbacés de la zone sahélienne du Sénégal (COR NET, 1981) et du Burkina Faso (GROUZIS, 1987), à la production fourragère des savanes de Côte d'Ivoire (FOURNIER *et al.*, 1982 ; CESAR, 1990), à la capacité de charge des pâturages naturels au Bénin (AGONYISSA & SINSIN, 1998) et à l'impact des feux sur leur productivité (SINSIN & SAIDOUA, 1998). Dans ce dernier pays, l'attention des chercheurs s'est aussi portée sur les caractères floristiques des jachères soudaniennes septentrionales (SINSIN, 2000), sur le cycle saisonnier de la phytomasse des herbacées des Monts Kouffe (HOUNATO *et al.*, 2003) ainsi que sur la phytosociologie et la valeur de la strate herbacée de la forêt claire à *Andropogon tectarum* (LEJOLY *et al.* 2003). Par ailleurs, BASULA & LEJOLY (1989) se sont aussi intéressés à la valeur bromatologique des pâturages des Plateaux Bateke en RD du Congo.

La République du Congo, du point de vue géographique, est à cheval sur l'équateur. Il est un des pays d'Afrique dont les forêts (65% du territoire) et les savanes (40%) sont caractérisées par une importante diversité spécifique. Mais, malheureusement, sa 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 qui ont été les mieux prospectées sont celles de la Vallée du Niari (DIAMOUANGANA, 2000, 2002), des Plateaux Téké (MAKANY, 1976 ; APANI, 1990) et du Littoral atlantique (DESCOINGS, 1975). Au nord du pays, quelques travaux ont été réalisés par ZASSI-BOULOU (2004) dans la partie ouest, et par YOKA (2006), YOKA *et al.* (2007) dans la Cuvette congolaise. Cette revue bibliographique montre que les savanes de la Cuvette congolaise ne sont que partiellement étudiées.

Au Congo, les savanes sont très sollicitées pour des activités agricoles et pastorales. Cependant, leur structure, leur fonctionnement et leurs potentialités fourragères sont encore peu connues de nos jours. L'évolution de la phytomasse aérienne herbacée et la productivité de cette dernière 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 (YOKA, 2006). La pratique à grande échelle de l'agriculture et de l'élevage dans la Cuvette congolaise, nécessite une meilleure connaissance préalable de ces savanes, en vue de les gérer rationnellement et durablement. Dans cette perspective, nous avons assigné à la présente étude les objectifs suivants :

- Définir les groupements végétaux en rapport avec les caractéristiques du sol ;
- Evaluer la phytomasse des différents types de savanes identifiés.

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

## MATERIEL ET METHODES

### Généralités sur le territoire d'étude

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 km<sup>2</sup>, ce qui correspond au tiers du Bassin du Congo (BOUKA-BIONA & SOUNGA, 2001).

Les sables Batékés et les alluvions sont des dépôts géologiques présents dans notre zone d'étude (MAKANY, 1976 et BOUKA-BIONA & SOUNGA, 2001). Les sols rencontrés sont principalement des sols ferrallitiques fortement désaturés et des sols hydromorphes (ORSTOM, 1969). Ces sols sont tous sableux (86-96% de sables), riches surtout en sables fins

Figure 1a République du Congo - situation

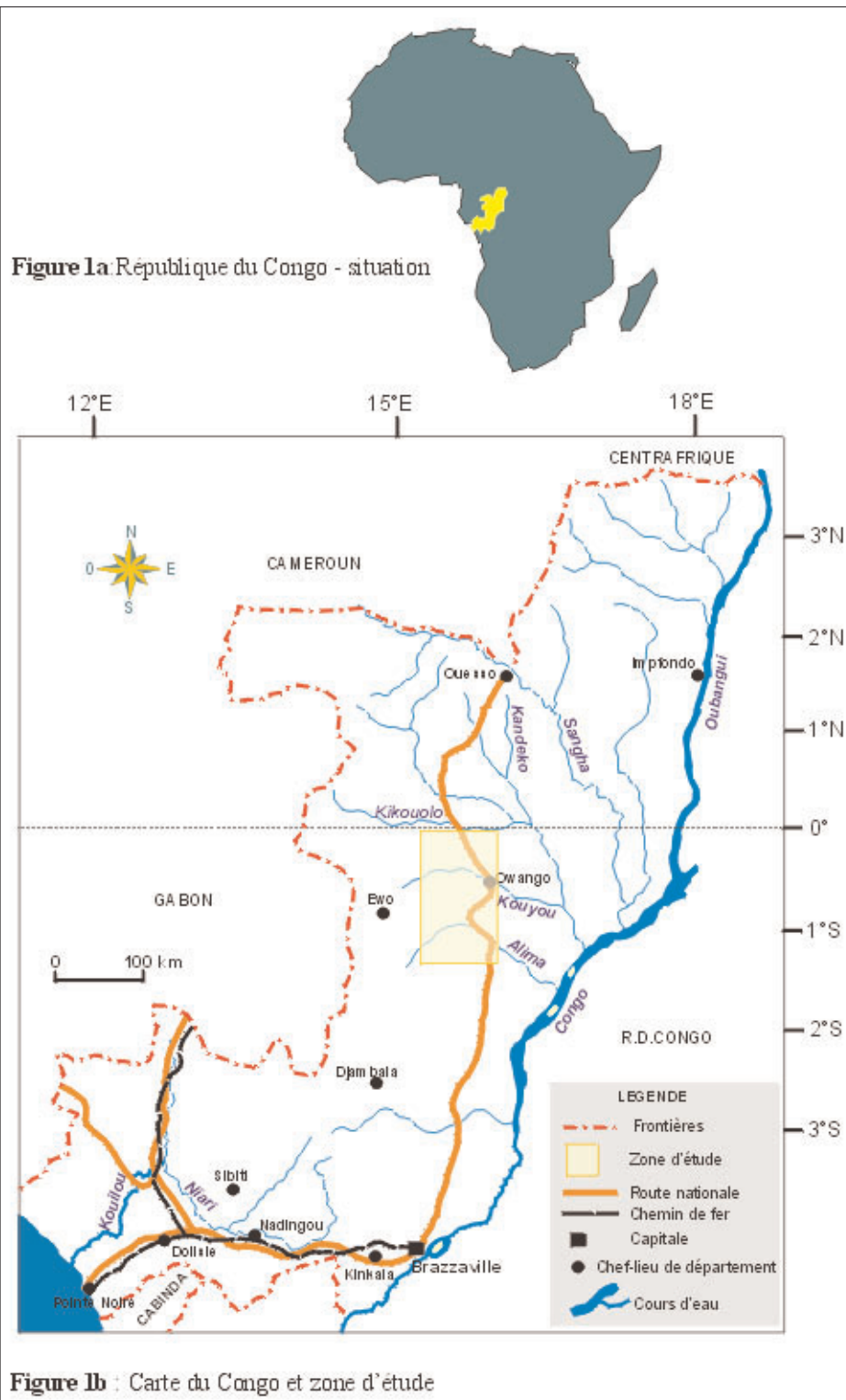


Figure 1b : Carte du Congo et zone d'étude

## Planche



Photo 1: savane brûlée à *Hyparrhenia diplandra* (1 mois après le feu)

Photo 2: savane âgée à *Hyparrhenia diplandra* (10 mois après le feu)

Photo 3: savane brûlée à *Loudetia simplex* (1 mois après le feu)

Photo 4: savane âgée à *Loudetia simplex* (10 mois après le feu)

Station d'Akongo (Ollombo)

(62-73%), pauvres en matière organique (1,7-1,9%), 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 (YOKA et *al.*, 2007). La végétation de la zone d'étude est dominée par les forêts et les savanes. Ces dernières sont de quatre types:

- savane à *Hyparrhenia diplandra*,
- savane à *Trachypogon thollonii*,
- savane à *Andropogon schirensis*
- savane à *Loudetia simplex*.

Les forêts sont également de plusieurs types ; on y trouve des forêts de terre ferme, des forêts marécageuses et des forêts inondables (UICN, 1990).

La zone d'étude retenue pour l'exécution de ce travail est constituée des sites suivants: Ollombo, Oyo, Boundji, Owando et Makoua. Cette zone est située entre 0° et 2° de latitude Sud et entre 15° et 16° de longitude Est (figure 1). Les stations retenues pour la délimitation des parcelles expérimentales sont : Akongo et Tsokia (Ollombo), Mboobo et Obouya (Oyo), Ewessi (Boundji), Loussa (Owando) et Aérodrome (Makoua). Le climat de la région est de type sub-équatorial (YOKA et *al.*, 2007). La station météorologique de référence est celle de Makoua (coordonnées géographiques: 00°1'S , 15°35'E ; altitude 379 m ).

La température moyenne annuelle y est de 25,5°C. La pluviométrie moyenne annuelle est de 1657 mm. Les précipitations sont presque permanentes. L'humidité relative moyenne est toujours élevée (98%).

### Analyse de la végétation

L'analyse de la végétation a été réalisée par la méthode linéaire ou méthode des points quadrats alignés (DAGET & GODRON, 1995). Les observations ont été faites sur des lignes matérialisées par deux piquets entre lesquels on tend un décimètre lors des relevés. Ceux-ci se font à des intervalles réguliers de 10cm à l'aide d'une tige métallique à bord effilé qui est piquée perpendiculairement au sol (BOUDET, 1977). A chaque point observé, le contact d'une espèce a lieu soit par ses feuilles, soit par sa tige, soit encore par ses inflorescences. L'espèce est recensée une seule fois par point observé (BOUDET, 1991). Quatre lignes sont disposées au hasard dans chaque parcelle représentant une zone homogène. Les observations sont faites en période et en fin de végétation. L'analyse linéaire ne donne bien entendu pas un inventaire exhaustif de la composition floristique d'un groupement végétal, mais elle permet de déterminer les principales espèces et leurs fréquences respectives (CESAR, 1990).

Les fréquences et les contributions spécifiques sont alors calculées selon les formules ci-après (DIAMOUANGANA, 2002) :

$$FS_i = 100 \times n_i / N$$

N est le nombre d'unités d'échantillonnages,  $n_i$  le nombre d'unités où l'espèce  $i$  est présente. La contribution spécifique de l'espèce  $i$  est donnée par l'expression :

$$CS_i = FS_i / \sum FS_i = 100 \times n_i / \sum n_i$$

$n_i$  est le nombre d'unités d'échantillonnages où l'espèce  $i$  a été trouvée ;  $n_i$  est donc le nombre d'observations spécifiques effectuées. En d'autres termes, la contribution spécifique ( $CS_i$ ) est le rapport entre la fréquence spécifique d'une espèce et la somme des fréquences spécifiques de toutes les espèces recensées sur les 100 points. Cette notion exprime l'importance relative des espèces les unes par rapport aux autres à différentes périodes et les similitudes quantitatives de deux ou de plusieurs relevés. Nous appellerons « principales espèces », les espèces ayant une contribution spécifique supérieure à 5 % (APANI, 1990).

## Mesure de la phytomasse aérienne herbacée

La phytomasse aérienne herbacée est mesurée par la méthode de la récolte estimée particulièrement fiable. Les mesures sont effectuées dans des placettes de 1m<sup>2</sup> choisies au hasard dans une parcelle dite de productivité, avec quatre répétitions, soit 4 fois 1m<sup>2</sup> (4m<sup>2</sup>). Ceci revient à dire que dans chaque parcelle retenue pour l'évaluation de la phytomasse, les échantillons végétaux sont récoltés 4 fois dans des placettes de 1m<sup>2</sup>. 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 a l'avantage de ne pas occasionner trop de perturbations à la végétation (APANI, 1990). Les parties aériennes des plantes sont coupées au ras du sol à l'aide d'une machette. Les échantillons obtenus sont 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. 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 une année sans interruption. Des parcelles dites de productivité ont été choisies dans trois localités (Ollombo, Owando et Makoua). Des prélèvements réguliers ont été faits dans 8 parcelles permanentes.

## Caractérisation des sols

Les échantillons de sols ont été prélevés à la tarière sur une profondeur de 0-20cm. 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 (ORSTOM, 1997). Les analyses chimiques ont porté sur le pH (H<sub>2</sub>O 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 des végétaux). Le rapport C/N renseignant sur le recyclage de la matière organique a été calculé. Les analyses chimiques portant sur le calcium, le magnésium, le sodium, le potassium, le fer, le manganèse et l'aluminium échangeables, et sur le cuivre et le zinc extractibles ont été faites au Laboratoire d'Analyses des Sols de l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), centre d'Arras (France). Les dosages des éléments minéraux ont été réalisés par émission atomique en plasma induit d'argon (ICP-AES). La capacité d'échange cationique (CEC) a été déterminée par une méthode décrite par CIESIELESKI & STERCKEMAN (1997).

## Traitement statistique des données

Les valeurs maximales de phytomasse obtenues pour chacune des 8 parcelles ont fait l'objet d'une analyse de la variance à l'aide d'un modèle hiérarchisé prenant en compte pour chaque type de savane, les localités et pour chaque localité, les deux parcelles (procédure NESTED-SAS, SAS Institute Inc.).

# RESULTATS

## Groupements végétaux

D'Ollombo à Makoua, en passant par Oyo, Boundji et Owando, deux types de savanes sont définis à partir de leurs espèces les plus caractéristiques, c'est-à-dire celles ayant la contribution spécifique la plus élevée. Il s'agit de la savane à *Hyparrhenia diplandra*

Tableau 1: Données granulométriques des sols sous savanes à *Hyparrhenia diplandra* et à *Loudetia simplex*.

Type de savane	Station d'étude	Granulométrie					
		Arg(%)	LF(%)	LG(%)	SF(%)	SG(%)	MO(%)
<i>H. diplandra</i>	Akongo (Ollombo)						
	Tsokia (Ollombo)	5,50	2,00	1,33	46,41	41,90	1,71
	Mbobo (Oyo)	4,00	0,50	0,69	23,85	67,30	1,40
	Aérodrome (Makoua)	14,00	1,00	1,19	42,50	37,44	1,56
<i>L. simplex</i>	Akongo (Ollombo)	0,00	0,00	1,57	60,76	34,09	1,03
	Mbobo (Oyo)	0,00	0,00	0,42	21,89	76,49	1,19
	EWessi (Boundji)	0,00	0,00	0,31	12,24	85,83	1,62
	Loussa (Owando)	0,00	0,50	0,98	56,73	38,97	0,96
	Loni (Makoua)	1,00	0,50	1,07	50,11	45,47	1,06

Arg = argiles ; LF= limons fins ; LG= Limons grossiers ; SF= Sables fins ; SG= Sables grossiers; MO= matière organique

Tableau 2 : Quelques données chimiques des sols sous savanes à *Hyparrhenia diplandra* et à *Loudetia simplex*.

Type de savane	Station d'étude	Composition chimique						
		pH H <sub>2</sub> O	pH kCl	C(%)	NT(%)	PT(%)	C/N	CEC (cmol <sup>+</sup> /kg)
<i>H. diplandra</i>	Akongo (Ollombo)	-	-	-	-	-	-	1,34
	Tsokia (Ollombo)	5,20	4,81	0,99	0,59	0,13	16,77	1,54
	Mbobo (Oyo)	5,50	4,92	0,81	1,03	0,20	7,86	<1
	Aérodrome (Makoua)	5,01	4,76	0,91	0,56	0,57	16,25	<1
<i>L. simplex</i>	Akongo (Ollombo)	5,18	4,62	0,60	0,56	0,02	10,71	<1
	Mbobo (Oyo)	5,57	4,58	0,69	0,93	0,01	7,41	<1
	EWessi (Boundji)	5,84	5,13	0,94	0,80	0,03	11,75	<1
	Loussa (Owando)	5,13	4,57	0,56	0,92	0,05	6,08	<1
	Loni (Makoua)	5,13	4,40	0,61	0,53	0,03	11,50	-

C= Carbone ; NT= Azote total ; PT= Phosphore total ; CEC= Capacité d'échange cationique

(photos 1 et 2) et de la savane à *Loudetia simplex* (photos 3 et 4). Ces deux types de savanes demeurent différentes, avec tout de même des espèces communes telles que : *Andropogon schirensis*, *Elyonurus brazzae*, *Trachypogon thollonii*, *Sporobolus congoensis*, *Murdania simplex*.

Les deux types de savanes identifiés sont plurispécifiques. Elles se différencient par leur physionomie et leur composition floristique. La savane à *H. diplandra* est haute et peut

atteindre 3 m. Elle est ainsi nommée car l'espèce caractéristique, *H. diplandra*, a une contribution spécifique variant entre 41 et 64 % selon les stations d'étude. Cette savane peut être herbeuse ou arbustive. Les arbustes dominants sont *Annona arenaria* et *Hymenocardia acida*. Les espèces principales (celles ayant atteint une contribution spécifique de 5 %) autres que l'espèce dominante sont : *Tephrosia barbiger*, *Andropogon schirensis*, *Brachiara kotschyana*, *Trachypogon thollonii*, *Elyonurus hensii*, *Sporobolus congoensis*, *Imperata cylindrica*, *Aspilia dewevrei*, *Cyanotis lanata* et *Indigophera pulchra*. La savane à *L. simplex* est moins haute, ne dépassant pas 1,50 m. La contribution spécifique de *L. simplex* qui est l'espèce la plus caractéristique varie entre 41,5 et 49 % selon les stations d'étude. Cette savane est dépourvue de strate arbustive. Ses principales espèces sont : *Monocymbium cerasiforme*, *Bulbostylis laniceps*, *Elyonurus hensii*, *Ctenium newtonii*, *Andropogon schirensis* et *Trachypogon thollonii*.

## Caractéristiques des sols des savanes de la Cuvette congolaise

### Composition granulométrique

La composition granulométrique des sols sous savane à *H. diplandra* et sous savane à *L. simplex* est donnée dans le tableau 1. Les deux types de sols sont très sableux, avec des teneurs en sable variant respectivement entre 79,9 et 91,1% pour le sol sous savane à *H. diplandra* et entre 94,8 et 98,4% sous celle à *L. simplex*. Le sol de savane à *L. simplex* est donc légèrement plus sableux que celui à *H. diplandra*.

Les taux en argiles sont très faibles dans l'ensemble. Ils varient entre 4 et 14% dans le sol sous savane à *H. diplandra* et entre 0 et 1% dans le sol sous savane à *L. simplex*. Le sol sous savane à *H. diplandra* est donc plus riche en argiles que celui sous savane à *L. simplex*. Ces sols sont très pauvres en matière organique dont le taux varie respectivement entre 1,4 et 1,7% pour *H. diplandra* et entre 1 et 1,6% pour *L. simplex*. Ces résultats montrent que les sols des savanes de la Cuvette congolaise sont, dans l'ensemble, très sableux, très pauvres en argiles et en matière organique.

Tableau 3: Teneurs en éléments minéraux des sols sous savanes à *Hyparrhenia diplandra* et à *Loudetia simplex*.

Type de savane	Station d'étude	Éléments majeurs (cmol+ / kg)					Oligo-éléments (mg / kg)		
		Ca	Mg	K	Na	Cu	Fe	Mn	Zn
<i>H. diplandra</i>	Akongo (Ollombo)	0,303	0,080	0,05	0,008	<0,5	86,6	11,3	0,259
	Tsokia (Ollombo)	0,446	0,056	0,045	0,013	<0,5	60,3	10,6	0,287
	Mbobou (Oyo)	0,101	0,045	0,038	0,007	<0,5	63,7	4,23	0,214
	Aérodrome (Makoua)	0,163	0,076	0,047	0,026	<0,5	150	2,96	0,41
<i>L. simplex</i>	Akongo (Ollombo)	0,249	0,081	0,034	0,005	<0,5	44,7	0,94	0,242
	Mbobou (Oyo)	0,089	0,012	0,032	0,009	<0,5	15,3	<0,5	0,132
	EWessi (Boundji)	0,072	0,027	0,022	0,005	<0,5	15,4	<0,5	0,125
	Loussa (Owando)	0,2	0,057	0,045	0,017	<0,5	59,4	0,59	0,254
	Loni (Makoua)	-	-	-	-	-	-	-	-

### Composition chimique

Les tableaux 2 et 3 indiquent la composition chimique des sols sous savanes à *Hyparrhenia diplandra* et à *Loudetia simplex*.



Dans le sol sous savane à *H. diplandra*, globalement les teneurs en azote sont faibles par rapport aux normes (RICHE 1975). Elles varient entre 0,56 et 1,03 ‰. Les teneurs en phosphore sont également faibles dans l'ensemble par rapport aux normes (RICHE 1975). Elles oscillent entre 0,13 et 0,57 ‰. Au regard des travaux antérieurs (MARTIN, 1979), les teneurs en calcium sont bonnes au niveau des stations d'Akongo (70 % de la somme des cations Ca + Mg + K) et de Tsokia (81,5 %). Ces teneurs sont faibles au niveau des stations de Mboobo (54,9%) et Aérodroome (57,2 %). Les teneurs en magnésium sont moins bonnes dans ce sol car elles n'atteignent pas 29 % de la somme des cations Ca + Mg + K. Ces teneurs varient entre 10 et 26 %. Ce sol est bien pourvu en potassium ; ses teneurs variant entre 8 et 21%.

Dans le sol sous savane à *L. simplex*, les teneurs en azote sont faibles par rapport aux normes. Elles varient entre 0,5 et 0,9 ‰. Les teneurs en phosphore sont également faibles dans l'ensemble. Elles varient entre 0,01 et 0,05 ‰. Les teneurs en calcium sont bonnes au niveau des stations d'Akongo (68,4 %), Mboobo (69,9 %) et Loussa (66,2 %). Ces teneurs sont faibles à la station d'Ewessi (59,5 %). Les teneurs en magnésium sont moins bonnes dans ces sols car elles n'atteignent pas 29 % de la somme des cations Ca + Mg + K. Elles varient entre 8,9 à 22,5 %. Ce sol est bien pourvu en potassium dont les teneurs varient entre 9 et 24 %.

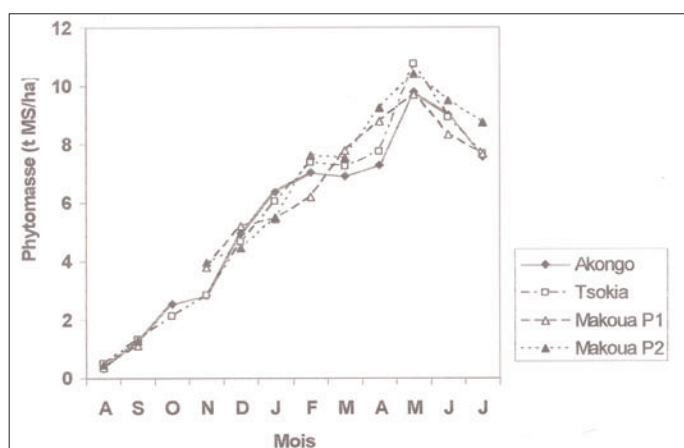


Figure 2 : Variation de la phytomasse aérienne totale herbacée de la savane à *Hyparrhenia diplandra* des stations d'Ollombo (Akongo et Tsokia) et de Makoua (P1 et P2).

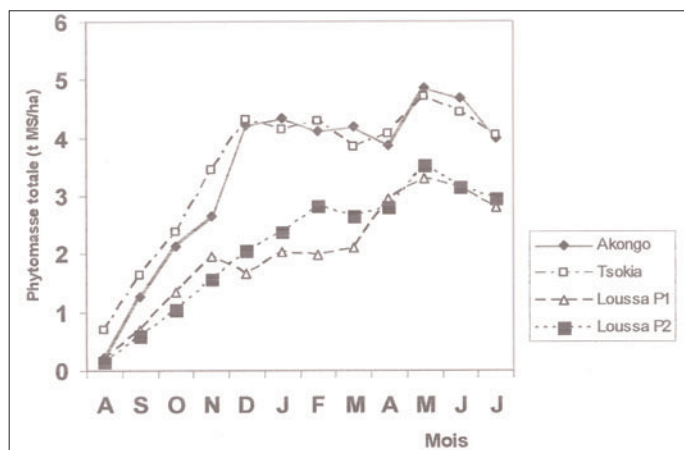


Figure 3: Variation de la phytomasse aérienne totale herbacée de la savane à *Loudetia simplex* des stations d'Ollombo (Akongo et Tsokia) et d'Owando (Loussa P1 et Loussa P2).

Les teneurs en cuivre, zinc et manganèse n'atteignent pas les seuils respectifs de toxicité trouvés par différents auteurs dans ces sols (SHAW & DEAN 1952 ; BOLLES-JONES 1957 ; COSTA et al. 1977). Nous pouvons donc penser que les sols des savanes étudiées ne présentent pas de problème de toxicité en cuivre, zinc et manganèse.

Dans l'ensemble, les sols des savanes étudiées sont riches en potassium, relativement riches en calcium et pauvres en azote, phosphore, magnésium, cuivre, zinc et manganèse. Ils semblent bien pourvus en fer et très pauvres en sodium. Le sol sous savane à *H. diplandra* semble légèrement plus riche en éléments minéraux que le sol sous savane à *L. simplex*.

### Phytomasse aérienne de la strate herbacée

#### Savane à *Hyparrhenia diplandra*

La variation de la phytomasse aérienne herbacée de la savane à *H. diplandra* est représentée sur la figure 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 9,78 t MS/ha à

Akongo, 10,77t MS/ha à Tsokia, 9,72 t MS/ha à Aérodroome, parcelle 1 et 10,40 t MS/ha à Aérodroome, parcelle 2. La phytomasse aérienne totale moyenne au maximum de la végétation de la savane à *H. diplandra* est de  $10,20 \pm 0,41$  t MS/ha.

## Savane à *Loudetia simplex*

La figure 3 représente la variation de la phytomasse aérienne de la strate herbacée de la savane à *L. simplex*. De façon générale, la phytomasse croît avec l'augmentation des pluies et baisse avec leur ralentissement. La phytomasse maximale atteinte est de 4,87 t MS/ha à Akongo, 4,71 t MS/ha à Tsokia, 3,3 t MS/ha à Loussa, parcelle 1 et 3,53 t MS/ha à Loussa, parcelle 2. L'évolution de la phytomasse de *L. simplex* n'est toujours pas similaire à celle de la phytomasse totale de la savane. La phytomasse totale moyenne au maximum de la végétation est de  $4,10 \pm 0,69$  t MS/ha.

L'analyse de variance montre une différence significative de phytomasses entre la savane à *H. diplandra* et la savane à *L. simplex* ( $p=0.013$ ). La savane à *H. diplandra* a une phytomasse plus élevée que la seconde. Pour un même type de savane, il n'y a pas de différence entre les stations d'étude ( $p=0.077$ ), ni entre parcelles pour une même station ( $p=0.83$ ). Au sein de chaque type de savane, la variabilité intrastationnelle et la variabilité interstationnelle de la phytomasse aérienne herbacée de notre zone d'étude sont donc faibles.

## DISCUSSION

### Groupements végétaux

Les groupements végétaux, tous plurispécifiques, varient d'une zone écologique à une autre, en fonction des conditions pédoclimatiques. Au Congo, la savane à *Hyparrhenia diplandra* et celle à *Loudetia simplex* sont identifiées dans la Cuvette congolaise sur des sols sableux. Elles ont été également identifiées par MAKANY (1976) dans les Plateaux Téké, également sur des sols sableux. La savane à *H. diplandra* a été aussi identifiée dans la vallée du Niari sur des sols argileux. C'est le peuplement le plus répandu et le plus caractéristique dans cette zone écologique (NZILA, 1992). En Afrique, ADJANOHOOUN (1964) a signalé la présence de cette savane en Côte d'Ivoire, en Angola, en R.D.Congo (ex Congo-Léopoldville), au Gabon, au Tchad et en République Centrafricaine, et celle de la savane à *L. simplex*, en Côte d'Ivoire. Ces résultats semblent montrer que la savane à *H. diplandra* est largement représentée en Afrique intertropicale.

Les sols des savanes de notre zone d'étude sont sableux, pauvres en azote et en phosphore comme ceux de l'Australie (BAYER & WATERS-BAYER, 1989). Le caractère sableux des sols tropicaux a également été démontré au Brésil par ISABELLE (2001). Les sols étudiés sont très pauvres en éléments minéraux majeurs (P, Ca, Mg, Na) et en oligo-éléments (Mn, Zn, Cu). Ce résultat a été également obtenu par HERBILLON (1989) qui conclut que les réserves totales en cations majeurs sont généralement faibles dans les sols ferrugineux et ferrallitiques. Le rapport C/N de ces sols est faible ; il varie entre 7,86 et 16,77 dans le sol sous savane à *H. diplandra* et entre 6,1 et 11,7 dans le sol sous savane à *L. simplex* (tableau 2). Le recyclage de la matière organique de ces sols est donc rapide. Ce qui confirme les résultats de YOKA et al. (2007). Le taux en argiles est très faible dans l'ensemble. Il varie entre 4 et 14 % dans le sol sous savane à *H. diplandra* et entre 0 et 1% dans le sol sous savane à *L. simplex* (tableau 1). Le sol sous savane à *H. diplandra* est donc légèrement plus riche en argiles que le sol sous savane à *L. simplex* comme l'ont montré YOKA et al. (2007). Le taux en argiles du sol semble influencer la répartition des savanes dans la Cuvette congolaise. Ce taux n'intervient pas à proprement parler dans la stabilité structurale du sol. L'argile s'associe toutefois au fer auquel elle sert de support et avec lequel on le confond souvent. On sait aussi qu'argile et humus se combinent entre eux sous forme de colloïdes complexes. Plus le sol est argileux, plus il y a de chances de retenir une forte qualité d'humus (BOYER, 1982). L'argile fixe alors l'eau par adsorption à sa surface et confère au sol ses qualités agronomiques : bonne aération entre agrégats, bonne perméabilité à l'air et à l'eau. La distribution des espèces végétales serait donc étroitement liée au taux d'argile dans le sol.

## Phytomasse aérienne herbacée

Les données sur la phytomasse des savanes en zone intertropicale montrent que la production de la phytomasse est variable d'une zone écologique à une autre. Les résultats de FOURNIER *et al.* (1982), GROUZIS (1987), CESAR (1990) et ceux que nous avons trouvés dans la Cuvette congolaise montrent que la production de la phytomasse varie selon les 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 & MEDINA (1975) ont enregistré en Colombie une phytomasse annuelle de 4,15 t MS/ha en zone brûlée et une phytomasse de 3,25 t MS/ha en zone protégée. Ceci semble indiquer que le feu favorise l'augmentation de la production herbacée. Au Venezuela, MARTIN *et al.* (2001) ont montré que la production épigée du couvert végétal herbacé varie entre 3,0 et 9,1 t MS/ha au cours d'une année. Selon MAKANY (1976), la phytomasse maximale de la végétation est de 8,4 t MS/ha pour la savane à *H. diplandra* et de 3,8 t MS/ha pour la savane à *L. simplex* dans les Plateaux Téké. DIAMOUANGANA & KIYINDOU (1983) et DIAMOUANGANA (2000) ont évalué la phytomasse maximale des savanes de la Dihessé (Vallée du Niari) respectivement à 9,5 et 9,4 t MS/ha. Ces valeurs sont légèrement en dessous de celles que nous avons trouvées dans la Cuvette congolaise (10,20 t MS/ha en moyenne dans la savane à *H. diplandra* et 4,10 t MS/ha dans la savane à *L. 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 (MAKANY, 1976) et dans la Vallée du Niari (NZILA, 1992 et DIAMOUANGANA, 2000), 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 (1987) et GROUZIS & ALBERGEL (1989) ont signalé que la pluviométrie détermine pratiquement l'importance de la production végétale. Il semblerait donc qu'en zone équatoriale la pluviométrie n'est plus un facteur limitant de la production herbacée. L'analyse de la variance (ANOVA) révèle une différence significative de phytomasses entre la savane à *H. diplandra* et celle à *L. simplex*, quelle que soit la station. La savane à *H. diplandra* ( $10,20 \pm 0,41$  t MS/ha) est plus productive que la seconde ( $4,10 \pm 0,69$  t MS/ha). Ceci pourrait s'expliquer par les différences de teneurs en argiles et en certains éléments minéraux (azote, phosphore et zinc) des sols sous ces deux types de savanes. BAYER et WATERS-BAYER ont révélé que la pauvreté des sols sableux en azote et phosphore limite la production primaire. L'argile agit donc dans la rétention de l'eau et des éléments minéraux, indispensables pour la croissance des végétaux. La production annuelle de la phytomasse aérienne herbacée serait donc la résultante d'une combinaison végétation-sol-climat ; ce qui expliquerait les différences de phytomasses des savanes des zones tropicales.

## CONCLUSION

Cette étude a permis d'identifier deux types de savanes à partir de leurs espèces les plus fréquentes. Il s'agit de la savane à *H. diplandra* et de celle à *L. simplex*, qui sont sur des sols sableux, acides, pauvres en matière organique et en éléments minéraux. Le sol sous savane à *H. diplandra* paraît légèrement plus riche en argile et en éléments minéraux que dans celle à *L. simplex*. La phytomasse aérienne de la strate herbacée varie au cours de l'année selon les types de savanes et les stations d'étude, et la savane à *H. diplandra* est plus productive que celle à *L. simplex*. Les teneurs en éléments minéraux et le taux en argile du sol semblent des paramètres qui expliquent la répartition des deux groupements végétaux présentant des différences importantes de production de phytomasse. Ayant contribué à la connaissance des relations entre le sol et la végétation dans la zone concernée, nous

recommandons que cette approche soit de mieux en mieux appliquée, avant la mise en valeur de ces savanes à des fins agricoles et pastorales, en vue d'une gestion rationnelle et durable de ces écosystèmes.

## REFERENCES

- APANI E., 1990. 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. 147 p.
- ADJANOHOOUN E., 1964. Végétation des savanes et des rochers découverts en Côte d'Ivoire centrale. ORSTOM, Paris, 178 p.
- AGONYISSA D. & SINSIN B., 1998. Productivité et capacité de charge des pâturages naturels du Bénin. *Revue Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 51 (3) : 239-246.
- BASAULA N. & LEJOLY., 1989. Productivité et valeur bromatologique des pâturages des Plateaux Batéké (Zaïre). Compte rendu, 16ème congrès Herbages, Nice 2 : 1399-1400.
- BAYER W. & WATERS-BAYER A., 1989. Adapting tropical pasture research to the production system: from Australian ranching to African pastoralism. Farming systems series 20. Expl. Agric. 25: 277-289.
- BOLLE-JONES E.W., 1957. Copper : its effects on the growth and composition of the rubber plant “*Hevea brasiliensis*”. *Plant and soil*, 9, 2: 160-178.
- BOUDET G., 1977. Contribution au contrôle continu des pâturages tropicaux en Afrique occidentale. *Revue Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 30 (4) : 387-406.
- BOUDET G., 1991. Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères. Manuel et précis d'élevage. La documentation française. Paris. 266 p.
- BOUKA-BIONA C. & SOUNGA J.D., 2001. 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) : 125-139.
- BOYER J., 1982. Les sols ferrallitiques : Facteurs de fertilité et utilisation des sols. ORSTOM. Paris. 384 p.
- CESAR J., 1990. Etude de la production biologique des savanes de Côte d'Ivoire et son utilisation par l'homme : biomasse, valeur pastorale et production fourragère. Thèse de Doctorat. Univ. Paris VI. 609p.
- CIESIELESKI H. & STERKEMAN T., 1997. Determination of cation exchange capacity and exchangeable cations in soils by means of cobalt hexamine trichloride. Effects of experimental conditions. *Agronomie*, 17 : 1-7.
- CORNET A., 1981. 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, Oecol. Plant.*, 2 (16), 3 : 251-266.
- COSTAT A.S., GALLO J.R., VAN RAIJ B. & VALADARES J.M.A.S., 1977. Pseudo-virose do algodoeiro induzida por toxicidade de manganês dosolo. *Rev. Bras. Ci. Solo.*, 1, 2, 3 : 68-71.
- DAGET & GODRON., 1995. Pastoralisme, troupeaux, espaces et société AUPELF/UREF. Hatier. Paris. 510 p.
- DESCOINGS B., 1975. Les grandes régions naturelles du Congo. *Candollea*, 30 : 91-120.
- DIAMOUANGANA J., 2000. 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 : 103-115.
- DIAMOUANGANA J., 2002. Relations interspécifiques dans les strates herbacées des savanes de Louboulou (Congo-Brazzaville). *Annales de l'Université Marien Ngouabi*, 3 : 93-107.
- DIAMOUANGANA J. & KIYINDOU P., 1983. Carte de potentialités fourragères du ranch de Dihessé. Document de la Direction Générale de la Recherche Scientifique et Technique. Notice n°5. 53 p + annexe.
- FOURNIER A., HOFFMANN O. & DEVINEAU J. L., 1982. Variation de la phytomasse herbacée le long d'une toposéquence en zone soudano-guinéenne, Ouango-Fitini (Côte d'Ivoire). *Bull. IFAN*, 44. Sér. A., 1-2 : 71-77.
- GROUZIS M., 1987. Structure, productivité et dynamique des systèmes écologiques sahéliens (Mare d'Oursi, Burkina Faso). Thèse d'Etat. Université Paris Sud. Orsay. 338 p.

- GROUZIS M. & ALBERGEL J., 1989. Du risque climatique à la contrainte écologique. Incidence de la sécheresse sur les productions végétales et le milieu du Burkina Faso. In : ELDIN et MILLEVILLE (1989). Le risque en agriculture. Editions de l'ORSTOM. Paris. 243- 254.
- HERBILLON A. J., 1989. Chemical estimation of weatherable minerals present in the diagnostic horizon of low activity clay soils. In: "Proc. 8 th Int. Soil classification workshop", Rio de Janeiro. 39-48.
- HETTIER J.M., SCHARGEL R., VALLEJO-TORRES O., SARMIENTO G. & GOMEZ C., 1992. Les sols de savane des Lianos vénézuéliens et le sol ferrugineux tropical de Barinas. *Cahiers ORSTOM*. XXVII., 2 : 167-174.
- HOUINATO M., KAGONE H., & SINSIN B., 2003. Seasonal cycle of herbaceous plant phytomass of Monts Kouffe region in Benin. In: ALSOPP N., PALMER A.R., MILTON S.J., KIRKMAN K.P., KERLY G.I.H., HURT C.R. & BROWN C.J. (eds.) Rangelands in the new millennium, VII th International Rangeland Congress, Durban, South Africa, 26 July-1 August 2003, pp: 1399-1402. ISBN0-958-45348-9. African Journal of Range & Forage.
- ISABELLE B., 2001. Comportement physique de sols sableux au Sud du Brésil. Influence de l'historique d'usage et relation entre paramètres physiques. Diplôme d'Etudes Approfondies de Science du sol. Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie. Montpellier. 22 p.
- LEJOLY J., TEKA O., VAN ONACKER J. & SINSIN B. 2003. Phytosociologie et productivité herbacée de la forêt claire à *Andropogon tectarum* à la ferme d'élevage de Samiondji (Bénin). In : SOKPON N. ; SINSIN B. et EYOG-MATIG O. (eds.) Actes du IIe séminaire international sur l'Aménagement intégré des forêts naturelles des zones tropicales sèches en Afrique de l'ouest. Parakou, Bénin, 25-29 juin 2001. Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, Bénin. ISSN 1659-651X, : 315-325.
- MAKANY L., 1976. Végétation des Plateaux Téké (Congo). Thèse d'Etat. Paris. Orsay. 301 p.
- MARTIN D., 1979. Fertilité chimique des sols d'une ferme du Congo. *Cah. ORSTOM*. Serie Pédol. XVII. 1 : 47-64.
- MARTIN D., DE MARTINO G., GUENNI D. & GUEDEZ Y., 2001. Biomasse et productivité de la strate herbacée des savanes de l'Etat de Guarico (Venezuela). *Fourrages*, 165 : 89-102.
- NZILA J.D., 1992. Etude des transformations structurales et physico-chimiques d'un sol ferrallitique acide de la Vallée du Niari (Congo) soumis à la pratique de l'écobuage. Thèse de Doctorat. Univ. Paris XII-Val de Marne. 190 p.
- ORSTOM, 1969. Atlas du Congo. ORSTOM. Brazzaville. 10 cartes couleurs avec notice.
- ORSTOM, 1997. Analyse des sols. Document interne du Laboratoire commun d'analyses. ORSTOM. Pointe-noire. 1-27.
- RICHE G., 1975. Les sols et l'amélioration des conditions agro-sylvo-pastorales dans le bassin du Wabi Schebelle (Ethiopie). *Cah. ORSTOM*. sér. Pédol. XIII. 3-4 : 195-221.
- SAN JOSE J.J. & MEDINA A., 1975. Effect of fire on organic matter production in a tropical savanna. In: F.B. GOLLEY & MEDINA (Editions): Tropical Ecological systems. Ecological studies. Springer-verlag. Berlin. 251-264.
- SINSIN B. & SAIDOUA A. 1998. Impact des feux contrôlés sur la productivité des pâturages naturels des savanes soudano-guinéennes du ranche de l'Okpara au Bénin. *Annales des Sciences Agronomiques du Bénin*, 1 : 11-30.
- SINSIN B., 2000. Caractéristiques floristiques et productivité des jachères soudaniennes sur plateau du Bénin septentrional. pp : 503-514 ; In : FLORET C. & PANTANIER R. (Eds.) La jachère en Afrique tropicale. Rôles, Aménagement, Alternatives. John Libbey.
- SHAW E. & DEAN L.A., 1952. Use of ditizian as an extractant to estimate the nutrient status of soils. *Soil Sci.*, 73: 341-342.
- UICN, 1990. La conservation des écosystèmes forestiers du Congo. UICN. Brazzaville. 187 p.
- YOKA J., 2006. 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. 53 p.
- YOKA J., LOUMETO JJ. & VOUIDIBIO J., 2007. Quelques caractéristiques écologiques des savanes de la zone d'Ollombo (Cuvette congolaise, République du Congo). *Annales de l'Université Marien Ngouabi*, 8, (4) : 75-87.
- ZASSI-BOULOU A.G., 2004. 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. 120 p.

