

***Phytomasse des savanes
nord-soudaniennes de
Gampéla***

Région de Ouagadougou,
Burkina Faso

INTRODUCTION

Ce travail est consacré à l'étude des savanes nord-soudaniennes de Gampéla, au Burkina Faso. Il s'attache plus particulièrement à la définition des paramètres de production de la phytomasse herbacée aérienne des unités de végétation à base de graminées annuelles ou à dominance de graminées vivaces. Il porte sur l'observation du cycle annuel de la phytomasse et des variations interannuelles (1984-1987) de la production herbacée sous l'effet de l'importance et de la distribution saisonnière des précipitations.

Par ailleurs, ce travail s'inscrit dans une série d'études entreprises au Burkina Faso et dans les pays voisins sur les pâturages des différentes zones climatiques :

- au Sahel burkinabé, celle de TOUTAIN (1977) sur l'ORD du Sahel et sur la zone de délestage de Fada N'gourma, celle de GROUZIS (1988) sur le bassin versant de la mare d'Oursi ;

- en zone nord-soudanienne, celle de GROUZIS (1980) à Loumbila et celle de BONKOUNGOU *et al.* (1985) à Saponé ;

- en zone soudanienne, celle de FOURNIER (1987) à Nazinga.

À ces études, on peut ajouter celle de BREMAN *et al.* (1982) dans le cadre de l'étude sur la productivité des pâturages sahéliens (PPS), au Mali, et celle de FOURNIER (1982) sur le cycle saisonnier de la biomasse herbacée à Ouango-Fitini, au nord de la Côte-d'Ivoire.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Site d'étude

La station expérimentale de Gampéla appartient à l'université de Ouagadougou. Elle se trouve à 12° 25' de latitude nord et 1° 22' de longitude ouest. Elle est située dans le domaine phytogéographique nord-soudanien (GUINKO, 1984). Les formations végétales dominantes sont des savanes arborées claires avec *Vitellaria paradoxa* Gaertn., *Andropogon gayanus*, var. *bisquamulatus* Hack., *Andropogon pseudapricus* Stapf ou des savanes arbustives à combrétacées avec faciès à *Combretum glutinosum* Perr. et *Andropogon pseudapricus* ou *Guiera senegalensis* J. F. Gmel. et *Loudetia*

togoensis Hubb. (nomenclature des noms d'auteurs d'après la Flore du Sénégal, BERHAUT, 1967). Le recouvrement des couronnes des ligneux atteint 30 à 35 % selon les milieux.

Les pâturages naturels de Gampéla ont été surexploités par les agriculteurs et les pasteurs jusqu'à l'appropriation du terroir par l'université, en 1979. Ils portent depuis dix ans une charge de bétail assez faible : environ 8 ha par unité bétail tropical (UBT). Les animaux, petits ruminants et bovins, sont conduits au pâturage par des bergers. Les feux, interdits dans la région, ne surviennent plus depuis dix ans au moins.

Tableau I - Caractéristiques des unités choisies pour le suivi de la phytomasse (année 1986)

UNITÉS	PRINCIPALES ESPÈCES LIGNEUSES (L) et HERBACÉES ANNUELLES (Ha) OU VIVACES (Hv)	SITUATION TOPOGRAPHIQUE SOLS*
Lt AP	<i>Loudetia togoensis</i>	Ha versant plat
Dominante	<i>Andropogon pseudapricus</i>	Ha FTL** à concrétions et taches
annuelles	<i>Guiera senegalensis</i>	L d'hydromorphie en profondeur. Profond. supérieure à 150 cm.
S e A p	<i>Schizachyrium exile</i>	Ha Plateau
Dominante	<i>Andropogon pseudapricus</i>	Ha FTL induré.
annuelles	<i>Piliostigma reticulatum</i>	L moyennement profond.
	<i>Combretum glutinosum</i>	L 50 cm sur cuirasse
Ag Ap	<i>Andropogon gayanus</i>	Hv Plateau
Dominante	<i>Andropogon pseudapricus</i>	Ha FTL induré. Profond.
vivaces	<i>Dicrostachys cinerea</i>	L 70 cm sur cuirasse.
	<i>Securinea virosa</i>	L
Ag Cs	<i>Andropogon gayanus</i>	Hv Pente supérieure (0 à 1%)
Dominante	<i>Cymbopogon schoenanthus</i>	Hv FTL à concrétions et taches
vivaces	<i>Vittellaria paradoxa</i>	L d'hydromorphie en profondeur.
	<i>Acacia dudgeoni</i>	L Profond. supérieure à 120 cm.
Ag Sp	<i>Andropogon gayanus</i>	Hv Terrasse.
Dominante	<i>Sporobolus pyramidalis</i>	Hv Sol peu évolué d'apport
vivaces	<i>Pennisetum pedicellatum</i>	Ha alluvial, hydromorphe.
	<i>Terminalia avicennioïdes</i>	L Profond. supérieure à 120 cm.
	<i>Strychnos spinosa</i>	L

* Les sols sont décrits selon la nomenclature de l'École française de pédologie. Étude BUNASOLS, 1987, Ouagadougou. Comm. personnelle.

** Ferrugineux tropicaux lessivés.

5 parcelles (tabl. I), situées au sein des principaux faciès rencontrés sur la station, ont été choisies pour le suivi de la phytomasse herbacée aérienne. Les parcelles SeAp et AgAp, d'une surface d'environ 2 ha chacune, sont en défens depuis huit ans ; les parcelles LtAp, AgCs et AgSp, d'une superficie unitaire de 0,5 ha sont en défens total depuis 1986. Elles ont été pâturées, uniquement en saison sèche, en 1984 et en 1985.

Le régime des pluies

PLUVIOMÉTRIE ANNUELLE

La saison des pluies à Gampéla s'étend sur sept mois, de avril à octobre.

La pluviométrie moyenne des années étudiées, 1984 à 1987, est de 620,4 mm, avec des valeurs extrêmes de 708,5 mm, en 1986, et de 494,8 mm, en 1984. Le nombre de jours de pluie varie peu au cours de l'année : de 44, en 1987, à 47, en 1985. 50 % des pluies sont, en moyenne, inférieures à 10 mm.

La pluviométrie de Ouagadougou, station la plus proche de Gampéla, atteint 772,6 mm avec un coefficient de variation de 19,5 % (moyenne de 1968 à 1987).

DURÉE DE LA SAISON PLUVIEUSE EFFICACE, DISTRIBUTION DES PRÉCIPITATIONS

La saison pluvieuse efficace se situe dans la période de végétation, c'est-à-dire entre le 1^{er} juin et le 15 octobre. Elle débute quand les pluies décadaires sont supérieures ou égales à 0,35 d'évapotranspiration potentielle (ETP, méthode Penman) et se termine quand la pluviométrie revient à un niveau inférieur à ce seuil (fig. 1 et tabl. II).

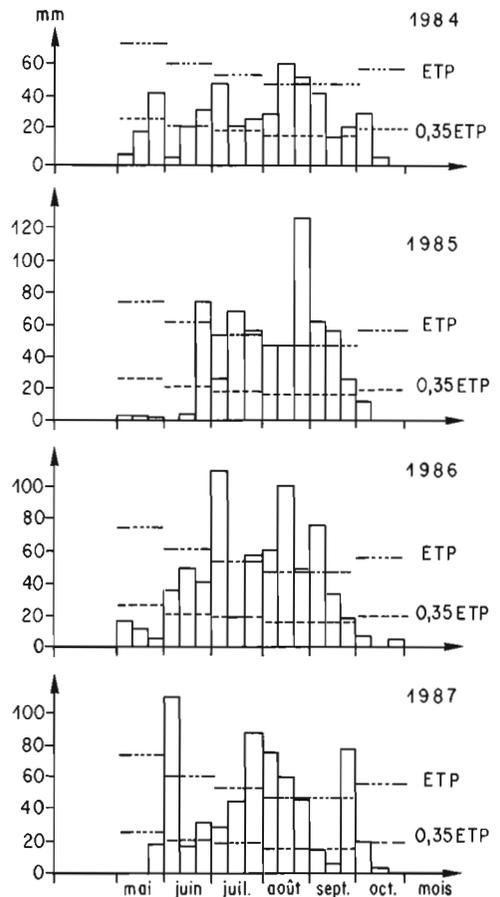


FIGURE 1 - Pluviométrie décadaire-ETP mensuelle.

Tableau II - ETP Penmann moyenne mensuelle à Ouagadougou (1957 à 1987)

MOIS	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre
ETP (mm)	73	60	53	47	47	56

Source : CIEH Ouagadougou (comm. pers.)

LE HOUÉROU et POPOV (1981) ont montré que l'évapotranspiration réelle (ETR) d'un sol nu est voisine de 0,35 ETP. Toute quantité de pluie qui dépasse ce seuil pour une période donnée est utilisable par les plantes et « cette valeur est donc un bon critère discriminant du seuil entre saison des pluies et saison sèche » (LE HOUÉROU, 1986). Par ailleurs, les résultats obtenus se rapprochent beaucoup de ceux trouvés par le critère de Bagnouls et Gausson : $P = 2t$, où t représente la moyenne mensuelle des températures journalières et P les précipitations.

Pour affiner l'analyse, nous avons aussi mis en évidence la période humide, qui, selon la définition de FRANQUIN (1969) est celle où la pluviométrie est supérieure à l'ETP et où l'ETR égale l'évapotranspiration maximale (ETM). La période humide est la période de croissance maximale des plantes, pendant laquelle leurs besoins en eau sont couverts, au moins globalement.

La durée de la saison pluvieuse efficace (tabl. III) varie peu selon les années : 100 à 120 jours. Elle débute entre le 1^{er} et le 20 juin pour se terminer, dans la majorité des cas, au 30 septembre.

Tableau III - Durée de la saison pluvieuse efficace (P supérieure ou égale à 0,35 ETP) et de la période humide (P supérieure ou égale à ETP)

ANNÉES	PLUIES mm	SAISON PLUVIEUSE EFFICACE		PÉRIODE HUMIDE	
		Période	nb.j ⁻¹	Période	nb.j ⁻¹
1984	494,8	20/6 au 15/10	115	10/8 au 30/08	20
1985	620,5	20/6 au 30/09	100	10/7 au 20/09	90
1986	708,5	01/6 au 30/09	120	01/7 au 10/09	70
1987	656,7	01/6 au 30/09	120	20/7 au 30/08	40

Lors des saisons pluvieuses de 1985 et de 1986, aucune décade n'a eu une pluviosité inférieure à 0,35 ETP. Il n'en a pas été de même en 1984 et en 1987, où la somme des pluies tombées au cours de 3 décades fut inférieure à ce seuil :

- en 1984, 1^{re} décade de juillet, 2^e et 3^e décades de septembre ;
- en 1987, 2^e décade de juin, 1^{re} et 2^e décades de septembre.

La variation interannuelle de la durée de la période humide est très importante : de 1 à 4,5.

MÉTHODES D'ÉTUDE

La phytomasse est définie comme le poids total, exprimé en matière sèche, des matières vivante et morte des végétaux. On peut y distinguer la biomasse proprement dite, qui ne comprend que les parties vivantes, et la nécromasse qui correspond aux parties mortes (FOURNIER et LAMOTTE, 1983). L'évaluation de la phytomasse herbacée aérienne est réalisée de diverses manières. Pour les espèces annuelles, l'on utilise la méthode de la récolte intégrale ; elle consiste à couper au ras du sol et à récolter la matière végétale sur la placette échantillon, à la peser immédiatement pour obtenir le poids de matière fraîche. La teneur en matière sèche est déterminée après séchage à l'étuve à 85 °C, jusqu'à poids constant, de 2 échantillons extraits de l'ensemble des prélèvements mélangés. Pour les graminées vivaces, on utilise la même procédure mais la coupe est alors effectuée à 15 cm de hauteur, afin de ne pas détruire la plante.

La phytomasse est mesurée de juin à novembre sur un rythme décadaire. Pour chaque parcelle, l'échantillonnage est basé sur la récolte de 40 carrés de 1 m², placés tous les 10 pas sur des transects établis parallèlement au grand axe de la parcelle.

La précision de l'échantillonnage est estimée par la formule :

$$P = \frac{2\delta}{x\sqrt{N}}$$

où :

N = effectif de l'échantillon

x = moyenne arithmétique

δ = écart-type de l'échantillon.

La précision, reflet de l'homogénéité de la répartition spatiale de la phytomasse, s'améliore au fur et à mesure de la croissance du peuplement herbacé. Celle-ci se réalise dans 2 directions : colonisation progressive des surfaces nues par les espèces annuelles et accroissement de la végétation herbacée (hauteur et recouvrement). L'évolution de la précision est légèrement différente dans les faciès à annuelles et dans ceux à vivaces (tabl. IV).

Tableau IV - Différents niveaux de précision selon les unités de végétation et la période pour 40 échantillons de 1 m² (1986)

UNITÉS DE VÉGÉTATION		NIVEAUX DE PRÉCISION
annuelles	vivaces	
15/7 au 25/07	27/6 au 07/07	15 % < P < 20 %
25/7 au 24/08	07/07 au 15/07	10 % < P < 15 %
03/9 au 23/10	25/07 au 23/10	5 % < P < 10%
	23/10 au 07/11	10 % < P < 15 %

RÉSULTATS

Cycle saisonnier de la phytomasse (juin 1986 à mai 1987)

Le cycle annuel de la phytomasse se déroule en 2 ou 3 phases selon qu'il s'agit d'espèces annuelles ou pérennes :

- une phase de croissance active pendant la saison des pluies. Elle débute avec les pluies du 1^{er} au 4 juin (34,3 mm). Les repousses de graminées vivaces se développent et l'on assiste aux premières germinations de graminées annuelles. Les plantules de ces dernières vont périr au cours de la période de sécheresse de la mi-juin (14 au 28 juin : 13,3 mm) et ce n'est qu'avec les pluies des premiers jours de juillet que le tapis herbacé s'installe définitivement. La fin de cette phase coïncide avec la fructification des espèces au cours de la première quinzaine d'octobre ;

- une phase de vieillissement et de dégradation qui suit la précédente et qui est couplée avec la suivante ;

- une phase de repousses de saison sèche pour les pérennes uniquement. La phytomasse des repousses est toujours faible (45 à 90 kg MS.ha⁻¹) et leur croissance s'arrête au cours du mois de décembre.

ÉVOLUTION DE LA PHYTOMASSE PENDANT LA PHASE DE CROISSANCE ACTIVE ET DE DÉVELOPPEMENT DES ORGANES REPRODUCTEURS (tabl. V)

On peut distinguer 3 périodes :

- le démarrage de la végétation, période qui s'étend du développement des repousses de pérennes (début juin) et de la levée des annuelles (début juillet) jusqu'aux premiers jours d'août ;

- le tallage et la montaison, qui suivent immédiatement la précédente période et s'achèvent à la fin de la première quinzaine de septembre ;

- le développement des organes reproducteurs et la fructification, qui commencent à partir de la deuxième quinzaine de septembre et dure jusque vers le 15 octobre.

La productivité (tabl. VI) est égale à l'accroissement de la matière végétale par mètre carré et par jour. Rappelons que le point de départ du cycle végétatif est sensiblement le 1^{er} juin pour les vivaces et le 1^{er} juillet pour les annuelles.

Période de démarrage de la végétation

On peut faire 2 remarques à ce sujet :

- le départ de la végétation est tardif dans les unités à base de graminées annuelles par rapport aux pluies qui commencent à devenir fréquentes à partir du 1^{er} juin (juin 1986 : 9 pluies ; 125,5 mm d'eau). Ce sont les plantules, issues de la deuxième grande vague de germination induite par les pluies du 29 juin au 6 juillet (125 mm de pluie), qui vont donner le pâturage de l'année. Il a fallu environ 250 mm de pluie pour que la végétation à graminées annuelles puisse s'établir durablement, soit 35 % du total des précipitations de l'année. Cet ordre de grandeur se retrouve en 1985 et 1987. En 1984, année très déficitaire, on a une valeur de 20 % ;

- le départ de la végétation est lent et la productivité du premier mois d'activité est faible.

La phytomasse des annuelles, comprise entre 150 et 190 kg MS.ha⁻¹ au 15 juillet, atteint à peine 400 kg MS.ha⁻¹ dans les premiers jours d'août, soit moins de 10 % de la phytomasse maximale. La productivité de la deuxième quinzaine de juillet est inférieure à 1,5 g MS.m⁻².j⁻¹.

Tableau V - Évolution de la phytomasse en kg MS.ha⁻¹ (1986)

UNITÉS DATES DE COUPES	Ltap	SeAp	AgAp	AgCs	AgSp
25 juin			257	310	239
15 juillet	144	190	540	720	427
4 août	418	361	1 041	1 270	910
24 août	1 046	939	2 013	2 100	2 165
13 septembre	2 154	2 242	3 484	3 620	3 144
3 octobre	3 837	4 962	5 705	5 760	5 285
13 octobre	4 230	4 510	6 935	6 714	4 877
23 octobre	4 008	3 889	4 933	4 620	4 108
7 novembre	3 670		3 611	3 920	3 778

Tableau VI - Évolution de la productivité en g MS.m⁻².j⁻¹

UNITÉS PÉRIODES	Ltap	SeAp	AgAp	AgCS	AgSp
1 ^{er} au 25 juin			1,1	1,3	1,0
25 juin au 4 août			2,0	2,4	1,7
15 juillet au 4 août	1,4	0,9			
4 août au 13 septembre	4,3	4,7	6,1	5,9	5,6
13 septembre au 3 octobre		13,6			10,7
13 septembre au 13 octobre	6,9		11,5	10,3	
P moyenne	4,1	5,3	5,2	5,0	4,3
Nb. de jours de végétation	104	94	134	134	124

La production des pérennes se situe entre 540 et 720 kg MS.ha⁻¹ au 15 juillet, un mois et demi après le départ de la végétation et aux environs de 1 000 kg au 4 août, soit moins de 20 % de la phytomasse maximale. La productivité de ces unités entre le 1^{er} juin et le 4 août n'atteint pas 2 g MS.m⁻².j⁻¹.

Période de tallage et de montaison (août-septembre)

À partir du début du mois d'août la vitesse de croissance augmente. C'est ainsi qu'au 13 septembre la phytomasse des annuelles avoisine les 2 200 kg MS.ha⁻¹, soit environ 45 à 50 % de la production maximale. La productivité durant cette période est de 4,5 g MS.m⁻².j⁻¹.

La production des parcelles à dominance de graminées vivaces se situe aux alentours de 3 500 kg MS.ha⁻¹, c'est-à-dire un peu plus de 50 % de la phytomasse maximale. La productivité varie de 5,6 à 6,1 g MS.m⁻².j⁻¹.

Période de développement des organes reproducteurs et fructification

La mi-septembre marque un tournant dans l'évolution de la phytomasse :

- d'une part cette date coïncide avec la fin de la dernière période de pluies importantes, qui a lieu du 1^{er} au 14 septembre (97 mm au total et une pluie tous les deux ou trois jours). Ensuite les précipitations vont s'espacer et devenir rares ;

- d'autre part une grande partie des espèces sont en pleine montaison, *Andropogon gayanus* et *Andropogon pseudapricus*, ou à épiaison, *Loudetia togoensis*.

Après le 13 septembre, l'accumulation de la phytomasse aérienne va s'accélérer. La quantité de matière sèche à l'hectare est multipliée par 2 en vingt à trente jours. Le niveau maximal de la phytomasse est atteint entre le 4 et le 13 octobre selon les faciès.

Les unités à graminées annuelles situées sur plateaux culminent à 4 230 kg MS.ha⁻¹ pour celle à *Loudetia togoensis* et à *Andropogon pseudapricus* et à 4 962 kg MS.ha⁻¹ pour celle à *Schizachyrium exile* et à *Andropogon pseudapricus*. La productivité moyenne est de 6,9 à 13,6 g MS.m⁻².j⁻¹. La productivité moyenne de SeAp en fin de phase végétative est supérieure à celle de AgAp, d'une part parce qu'il s'agit d'une parcelle hétérogène où *Andropogon gayanus*, localisé en taches, représente 7 % de la contribution spécifique, d'autre part parce que le niveau maximal de la phytomasse a été atteint dix jours avant celui de LtAp.

Les unités à graminées pérennes situées sur plateaux ont une production plus élevée : 6 935 kg MS.ha⁻¹ pour l'unité à *Andropogon gayanus* et à *Andropogon pseudapricus* et 6 714 kg MS.ha⁻¹ pour celles à *Andropogon gayanus* et à *Cymbopogon schoenanthus* Spreng. La productivité moyenne est de l'ordre de 11 g MS.m⁻².j⁻¹.

Le pâturage de la terrasse (AgSp) atteint 5 285 kg MS.ha⁻¹ avec une productivité de 10,7 g MS.m⁻².j⁻¹.

La productivité moyenne, calculée sur la durée du cycle végétatif, des groupements à graminées annuelles ou à graminées pérennes est peu différente : 4,7 et 5 g MS.m⁻².j⁻¹. Les graminées vivaces ont une production supérieure à celle des annuelles mais l'élaboration de leur phytomasse s'étale sur une période plus longue (134 jours au lieu de 100 jours)

Le cycle saisonnier de la phytomasse, que l'on vient de décrire, ainsi que l'évolution de cette dernière pendant la saison des pluies ne sont pas spécifiques à l'année 1986. L'allure générale des courbes se retrouve d'une année sur l'autre en 1984, 1985 et 1987. En revanche, on note une différence importante dans le niveau de la production maximale et de la productivité. Ce phénomène est lié à la quantité de pluie reçue par le sol, au ruissellement, et surtout à la régularité des précipitations.

Variations interannuelles de la phytomasse maximale (1984-1987)

Les unités de végétation SeAp et AgAp ont été étudiées ensemble en 1984 et en 1985. Leur évolution floristique s'étant révélée différente, elles ont été séparées en 1986.

La phytomasse maximale de l'unité AgSp, pâturée par des troupeaux étrangers à la station, n'a pu être déterminée en 1985.

Au cours de la période d'observation, les phytomasses enregistrées en 1984 sont les plus faibles, celles de 1986 les plus élevées (tabl. VII). On remarque qu'il y a une grande variabilité dans la production herbacée ; selon les années celle-ci peut passer du simple au double. Les productions de 1984 représentent respectivement 54, 49 et 61 % des productions de 1986 pour les unités LtAp, AgCs et AgSp.

L'unité de végétation AgSp, à dominance de graminées pérennes, recouvre une terrasse de ruisseau. Les phytomasses observées occupent une position intermédiaire entre celles des unités de plateau à graminées annuelles et à graminées vivaces. Cela est dû à 3 éléments particuliers à AgSp :

- le recouvrement ligneux bas est important (environ 36 %) ;
- les plages de sol nu représentent 18 % de la superficie ;
- la liste floristique fait apparaître la présence de graminées vivaces à production relativement faible comme *Sporobolus pyramidalis* P. Beauv., *Brachiaria jubata* (Fig. et De Not.) Stapf, etc.

Tableau VII - Phytomasse maximale en kg MS.ha⁻¹

ANNÉES	1984	1985	1986	1987
UNITÉS				
LtAp	2 272	3 522	4 230	2 945
SeAp			4 962	3 756
AgAp			6 935	6 755
AgCs	3 272	4 818	6 714	6 054
AgSp	3 240		5 285	4 236

PLUVIOMÉTRIE - PHYTOMASSE HERBACÉE AÉRIENNE MAXIMALE

Les relations pluies-phytomasse ont été établies en suivant l'évolution comparée de ces 2 éléments au cours des différentes années et en calculant les coefficients d'efficacité pluviométrique (CEP), c'est-à-dire la productivité par an et par millimètre d'eau incidente.

Variations relatives de la pluviométrie et de la phytomasse (tabl. VIII)

En 1984, la pluviométrie (494,8 mm) est la plus faible de la série des vingt dernières années.

Les années 1985 et 1986 se distinguent des années 1984 et 1987 par la longueur de la période humide (respectivement 90 et 70 jours contre 20 et 40 jours). Elles diffèrent entre elles par le total pluviométrique (619,5 mm en 1985, 708,5 mm en 1986) et par la date du début de la période de pluies efficaces (3^e décade de juin en 1985, 1^{re} décade de juin en 1986). Pour ces raisons, l'année 1986, nous l'avons déjà signalé, sera choisie comme année de référence.

Tableau VIII - Écart en % entre la pluviométrie et les phytomasses observées en 1984 - 1985 - 1987 par rapport aux valeurs de ces mêmes paramètres enregistrées au cours de l'année de référence 1986

ANNÉES	1984	1985	1987
Pluviométrie	- 30	- 13	- 7
Phytomasse LtAp	- 46	- 17	- 30
Phytomasse SeAp			- 24
Phytomasse AgAp			- 3
Phytomasse AgCs	- 51	- 28	- 10
Phytomasse AgSp	- 39		- 20

En 1987, les pluies reçues sont légèrement inférieures à celles de 1986 (-49,8 mm) mais la répartition des précipitations est mauvaise. Il y a, en particulier, une très faible pluviométrie du 8 au 24 juin (15,7 mm) et du 26 août au 20 septembre (27,4 mm).

La phytomasse varie dans le même sens que la pluviométrie. Sa variation relative est supérieure à celle des pluies et dépend de 2 facteurs : la quantité d'eau tombée et la distribution des précipitations au cours de la saison pluvieuse efficace.

Au cours de l'année 1984, caractérisée par la faiblesse des précipitations, une pluviométrie inférieure de 30 % à celle de 1986 induit une perte de phytomasse d'environ 50 % dans les unités à dominance de graminées annuelles ou vivaces. Sur la parcelle AgSp qui reçoit les eaux de ruissellement, la diminution de la phytomasse est inférieure (- 39 %).

En 1987, le facteur distribution des pluies prédomine, tout au moins au niveau des unités à dominance de graminées annuelles. À une pluviométrie inférieure de 7 % à celle de 1986 correspond une chute de la phytomasse de 24 à 30 %. Les unités à dominance de pérennes sont moins sensibles à l'irrégularité du régime des pluies. Dans les 2 unités situées sur plateau, les diminutions relatives de phytomasse (3 à 10 %) sont du même ordre de grandeur que celles des pluies (7 %). L'unité qui recouvre la terrasse se situe en position intermédiaire.

Les rapports des coefficients de variation de la production et de la pluviométrie pour les unités LtAp et AgCs sont respectivement de 1,8 et de 2,1. La variabilité de la production est environ 2 fois plus importante que la variabilité des pluies.

Coefficient d'efficacité pluviale

Le CEP est le rapport entre la phytomasse maximale enregistrée sur les différentes unités de végétation et les précipitations annuelles totales. Il s'exprime en $\text{kg MS} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{an}^{-1} \cdot \text{mm}^{-1}$ (tabl. IX).

«Le CEP croit avec la pluviométrie jusqu'à un certain niveau où la fertilité du sol ou la réserve en eau peut devenir un facteur limitant.» (LE HOUÉROU, 1984). Ce même auteur précise encore que le CEP est fortement lié à la dynamique de la végétation sous l'effet de l'exploitation par l'homme et par les herbivores domestiques et aux types biologiques dominants, en particulier la présence de pérennes.

Tableau IX - Coefficient d'efficacité pluviale en ; kg MS.ha⁻¹.an⁻¹.mm⁻¹

ANNÉES	1984	1985	1986	1987	moyenne
UNITÉS					
LtAp	4,6	5,7	6,0	4,5	5,2
SeAp			7,0	5,7	6,4
AgAp			9,8	10,3	10,0
AgCs	6,6	7,8	9,5	9,2	8,3
AgSp	6,5		7,5	6,4	6,8

Les CEP enregistrés à Gampéla, évoluent parallèlement à la pluviométrie. Les valeurs de 1984 sont les plus faibles, celles de 1986 les plus élevées de la période. Les différences varient entre 1,4 point pour LtAp et 2,9 points pour AgCs.

On peut remarquer cependant, au niveau de l'unité LtAp à dominance de graminées annuelles, que le CEP est très dépendant de la distribution des pluies. Les valeurs de 1984 et de 1987 sont semblables alors que la pluviométrie de 1987 est nettement supérieure à celle de 1984 (+ 33 %). Ce phénomène ne se retrouve pas sur les parcelles de pérennes.

Le CEP est lié à la nature des groupements végétaux. La moyenne interannuelle des CEP pour les unités de plateau est de 5,2 kg MS.ha⁻¹.an⁻¹.mm⁻¹ pour la parcelle LtAp et de 8,3 kg MS.ha⁻¹.an⁻¹.mm⁻¹ pour la parcelle AgCs, soit environ 37 % de différence en faveur des vivaces.

DISCUSSION - CONCLUSIONS

CÉSAR (1981), en s'appuyant sur des travaux réalisés sur des savanes soudaniennes, dans 4 localités du Nord de la Côte-d'Ivoire, écrit : «la biomasse maximale dépend uniquement de la longueur de la saison pluvieuse et en particulier de la précocité des pluies».

FOURNIER (1987), dans son étude sur Nazinga, reprend à son compte cette affirmation.

Le régime des pluies à Gampéla, pendant la période de 1984 à 1987, a été le suivant :

- en 1985, les pluies ont été tardives (26 juin) ;

- en 1984, en 1986 et en 1987, le départ de la saison pluvieuse efficace a été précoce, 3^e décade de mai en 1984, 1^{re} décade de juin pour les 2 autres années avec respectivement 42,6 mm, 36,2 mm, 109,9 mm. Mais ces premières pluies ont été suivies de longues périodes sèches, 25 jours en 1984 avec 24,7 mm, 15 jours en 1986 avec 15,3 mm, 17 jours en 1987 avec 15,7 mm, alors que l'ETP est encore élevée, 6 mm.j⁻¹.

Ici, comme dans la zone soudanienne, la phytomasse des savanes à graminées vivaces est liée à la précocité des pluies. Cependant, la mauvaise distribution des précipitations au cours du mois de juin tempère l'effet des pluies précoces et les phytomasses enregistrées fin juin sont faibles (inférieures à 300 kg MS.ha⁻¹). De plus, la capa-

cité de repousse des vivaces en octobre est limitée et ces espèces ont tendance à se comporter comme des annuelles à cycle long. Leur production, supérieure de 50 % à celle des annuelles, est basée sur le fait de pouvoir profiter dans une certaine mesure des pluies précoces et surtout d'être moins sensibles à l'irrégularité de la distribution des pluies grâce à leur enracinement profond et à la nature des terrains qu'elles colonisent.

En revanche, dans les savanes à dominance de graminées annuelles, qui couvrent 80 % de la superficie de la région, l'effet de la précocité des pluies n'est pas sensible. La végétation ne s'établit durablement qu'à l'installation des pluies régulières c'est-à-dire fin juin-début juillet.

Les 2 facteurs pluviométriques qui déterminent la production de la phytomasse herbacée sont donc le total annuel et la distribution des pluies au cours de la saison pluvieuse efficace.

La phase de croissance de la biomasse herbacée est courte. La période végétative varie entre 75 et 105 jours pour les graminées annuelles dominantes, *Loudetia togoensis*, *Andropogon pseudapricus* ; si elle se situe aux environs de 135 jours pour *Andropogon gayanus*, on remarque que 90 % de la phytomasse est produite entre le 15 juillet et le 13 octobre, soit en 100 jours.

FOURNIER (1987) donne à peu près les mêmes résultats à propos de la répartition mensuelle de la production herbacée. Cet auteur précise que l'activité importante des formations herbacées vivaces de Nazinga a lieu de juin ou de juillet à octobre selon les sites ; l'auteur ajoute que la longueur de la période végétative est pratiquement la même que celle de la saison des pluies mais que l'accumulation de la phytomasse commence un mois après le début des pluies.

La phytomasse maximale des annuelles est atteinte au cours de la première quinzaine d'octobre. Elle oscille, selon les années, entre 2 300 et 5 000 kg MS.ha⁻¹, avec une productivité de 2,4 à 5,3 g MS.m⁻².j⁻¹.

La productivité moyenne des différentes unités de végétation à annuelles ou à vivaces est semblable. Bien que ces dernières aient un cycle végétatif plus long, la production du mois de juin,   pluviométrie aléatoire, est faible.

En étudiant les savanes   graminées vivaces du parc de la Comoé, en Côte-d'Ivoire, FOURNIER (1982) a trouvé des phytomasses maximales de 5 000 et 5 800 kg MS.ha⁻¹ avec une pluviométrie de 1 088 mm.

Pour le ranch de gibier de Nazinga, en 1984, FOURNIER (1987) donne des valeurs de phytomasse qui varient entre 2 510 kg MS.ha⁻¹, pour des savanes   *Loudetia* spp. et à *Andropogon pseudapricus*, et 4 220 kg MS.ha⁻¹, pour des savanes de haut de pente à graminées pérennes avec un recouvrement ligneux semblable à celui de nos parcelles.

  Saponé, BONKOUNGOU *et al.* (1985) trouvent, dans des unités à *Andropogon gayanus* en défens depuis dix ans, des phytomasses qui vont de 7 600 à 8 100 kg MS.ha⁻¹, pour une pluviométrie de l'ordre de 700 mm.

Sur le parc de restauration de Loumbila, GROUZIS (1980) observe des phytomasses maximales de 1 728 à 4 285 kg MS.ha⁻¹ dans des faciès à graminées annuelles en tout point semblables aux nôtres, pour des pluies de 593 mm.

Les phytomasses relevées à Gampéla sont du même ordre que celles enregistrées à Nazinga et à Loumbila, pour les unités à annuelles et à Saponé pour les unités à pérennes. Elles sont supérieures cependant à celles observées en zone soudanienne, dans les savanes   graminées vivaces, avec une pluviométrie plus élevée.

Ces résultats, obtenus sur des zones peu ou pas pâturées, ne sont pas représentatifs des productions actuelles de la zone nord-soudanienne du Burkina Faso. Ils montrent cependant quelles peuvent être les potentialités de cette région.

Les CEP (de 1984 à 1987) fluctuent de 4,6 à 7,0 kg MS.ha⁻¹.an⁻¹.mm⁻¹ pour les unités à annuelles, de 6,6 à 10 kg MS.ha⁻¹.an⁻¹.mm⁻¹ pour celles à dominance de graminées

vivaces. Ils sont supérieurs à ceux que l'on peut calculer à partir des travaux de FOURNIER (1984 : CEP = 3,2 à 5,4 ; à Nazinga) et du même ordre que ceux trouvés chez BONKOUNGOU *et al.* (1985 : CEP = 10,8 à 11,6 ; à Saponé) et chez GROUZIS (1980 : CEP = 4,1 à 7,2 ; à Loumbila) dans des savanes à graminées annuelles.

On retrouve aussi des valeurs semblables au sein des unités de végétation à graminées annuelles du sahel burkinabé avec des pluviométries moyennes de 368 mm (de 1976 à 1984). La moyenne générale pour les années 1977 à 1981, des CEP des unités de végétation du bassin versant de la mare d'Oursi est de 4,7 g MS.m².an⁻¹.mm⁻¹ (GROUZIS, 1988).

Aujourd'hui, en zone nord-soudanienne, les unités de végétation à base de graminées annuelles occupent la quasi-totalité des zones enherbées. Les sols qui ont porté des groupements à graminées vivaces sont tous en culture quasi permanente ou en jachères surpâturées, dans lesquelles les pérennes sont inexistantes. La production moyenne des pâturages est de l'ordre de 2 000 kg MS.ha⁻¹.an⁻¹ et les CEP avoisinent les 3 g MS.m².an⁻¹.mm⁻¹.

À Gampéla, il est intéressant de noter que, après quelques années seulement de mise en défens partielle, une savane surexploitée et dégradée peut retrouver une productivité élevée avec des CEP multipliés par un facteur 2 ou 3. Ce phénomène est dû à l'expansion des populations de *Andropogon pseudapricus*, espèce qui tend à remplacer *Loudetia togoensis*, d'une part, et au développement de *Andropogon gayanus* d'autre part. Ce développement, lent et localisé sur sols peu fertiles, est général et rapide sur sols favorables. Cela démontre une fois encore «l'importance primordiale de la dynamique des écosystèmes sur le CEP» (LE HOUÉROU, 1984).

F. ACHARD : *écologue*,
faculté d'agronomie, BP 1096, Niamey, Niger

BIBLIOGRAPHIE

- BERHAUT (J.), 1967. - Flore du Sénégal. Clairafrique Dakar. 485 p.
- BONKOUNGOU (G. E.) et BORTOLI (L.), 1985. - Projet d'études et actions intégrées de reboisement villageois et familiaux. Rapport d'activité première phase. Irbet. Ouagadougou.
- BREMAN (H.) et KRUL (J. M.), 1982. - La pluviosité et la production de fourrages sur les pâturages naturels in Penning de Vries FWT, et Djiteye M.A., 1982. «La production primaire au Sahel» Cabo, Wageningen : 98-133.
- CÉSAR (J.), 1981. - Cycle de la biomasse et des repousses après coupes en savane de Côte-d'Ivoire. *Rev. Elev. méd. vét. pays trop.* 1981,34 (1) : 73-81.
- FOURNIER (A.), 1982. - Cycles saisonniers de la biomasse herbacées dans les savanes de Ouango - Fitini (Côte-d'Ivoire). *Ann. univ. Abidjan, sér. E*, 15 : 63-94.
- FOURNIER (A.), 1987. - Cycle saisonnier de la phytomasse et de la production herbacée dans les savanes soudaniennes de Nazinga (Burkina Faso). Comparaison avec d'autres savanes ouest-africaines. *Bull. Écol.*, T. 18, 4, 1987 : 409-430.
- FOURNIER (A.) et LAMOTTE (M.), 1983. - Estimation de la production primaire des milieux herbacés tropicaux. *Ann. univ. Abidjan. sér. E*, 17, 8-38.
- FRANQUIN (P.), 1969. - Analyses agroclimatiques en régions tropicales. Saison pluvieuse et saison humide. Applications. *Cah. ORSTOM, sér. Biol.*, 1969 (9) : 65-95.
- GROUZIS (M.), 1980. - Nature et productivité des pâturages du parc de restauration de Loumbila. ORSTOM Ouagadougou, 10 p. *multigr.*

- GROUZIS (M.), 1988. - Structure, productivité et dynamique des systèmes écologiques sahéliens (mare d'Oursi, Burkina Faso. *Études et Thèses*, ORSTOM, Paris, 336 p.
- GUINKO (S.), 1984. - Végétation de la Haute-Volta. Thèse de doctorat ès sciences naturelles. Univ. Bordeaux III, 318 p.
- LE HOUÉROU (H.-N.), 1984. - Rain Use Efficiency : an unifying concept in arid land ecology. *Journal of Arid Environment*, 7,213-247.
- LE HOUÉROU (H.-N.), 1986. - Inventaire et surveillance continue des écosystèmes pâturés sahéliens. *Rapport technique* FAO-PNUE. 150 p.
- LE HOUÉROU (H.-N.) et POPOV (G.F.), 1981. - An ecoclimatic classification of intertropical Africa. FAO, *Plant production and protection paper*, n° 31, 40 p. + ann.
- TOUTAIN (P.), 1977. - Pâturages de l'ORD du sahel et de la zone de délestage au nord-est de Fada N'Gourma, Burkina Faso. IEMVT-ministère de la Coopération.