



Mesure de biomasse et détermination de la production nette aérienne de la strate herbacée dans trois groupements végétaux de la zone sahélienne au Sénégal

A. Cornet

Laboratoire d'écologie végétale, O. R. S. T. O. M., B. P. 1386, Dakar (Sénégal)

RÉSUMÉ

La strate herbacée des phytocoénoses sahéliennes est essentiellement composée d'annuelles à cycle court. La mesure de la production nette aérienne par des méthodes négligeant l'évolution du matériel mort entraîne une sous-estimation importante de la production. Partant de la méthode de WIEGERT et EVANS modifiée (LOMNICKI *et al.*, 1968), nous avons déterminé les relations permettant de calculer le taux de disparition de la litière et la production nette, à partir des mesures de biomasse et de litière sur parcelles appariées. Cette méthode a été appliquée au calcul de la production nette aérienne pour trois formations végétales représentatives du Sahel sénégalais. Les résultats montrent l'évolution de la production aérienne nette pour deux années successives. Au cours de période de végétation, elle croît proportionnellement à l'augmentation de biomasse. Elle est en relation étroite avec la quantité d'eau disponible. La production nette, et la quantité de litière présente sont très variables selon les groupements et selon les années.

MOTS-CLÉS : Biomasse végétale - Production primaire - Formations herbacées - Zone sahélienne

methodologie

SUMMARY

The herbaceous strata in the sahelian phytocoenoses is generally constituted by annual species with a short growth-period. The measurement of its net primary aerial production requires the knowledge of the evolution of dead material. According to WIEGERT and EVANS modified method (LOMNICKI *et al.*, 1968), a method based on paired plots is suggested to calculate disappearance rate and net primary aerial production during a given time interval, from biomass and litter data. This rate was determined and net primary aerial production was calculated for three typical grassland communities in the Sahelian zone during two years. The net aerial production is low in the beginning of the rainy season, and their increases proportionally with the accumulation of biomass, because the increasing photosynthetic surface. Their is in relationship with available water. The net aerial production and the litter present are very variable among the groupment and among years.

KEY-WORDS: Plant biomass - Primary production - Grassland communities - Sahelian zone.

methodology

INTRODUCTION

Pour l'éleveur ou l'aménagiste, l'étude de la production d'une phytocoénose se ramène à des objectifs précis : la connaissance des possibilités de production de matières consommables. Pour l'écologiste, la compréhension du fonctionnement de l'écosystème nécessite la connaissance des modes de croissance et de production, qui sont des aspects fondamentaux de la réaction des individus ou des communautés végétales aux conditions du milieu ambiant.

O.R.S.T.O.M. Fonds Document

La production est une notion de quantité produite, alors que la productivité est une vitesse, un taux de production. On distingue la production primaire brute et la production primaire nette, la production primaire nette est égale à la quantité totale de matière produite moins les pertes par respiration. La production primaire nette durant un intervalle de temps est égale à la variation de matériel vivant, plus la variation de matière morte, plus la quantité de matière disparue dans l'intervalle (MILNER & HUGHES, 1968). La production primaire nette aérienne est seule concernée par ce travail.

La strate herbacée des écosystèmes sahéliens est essentiellement composée d'annuelles à cycle court. Durant la période d'élaboration de la biomasse végétale, on peut constater la mort de certaines plantes ou parties de plantes immédiatement soumises aux décomposeurs. Les observations effectuées par BILLE (1977 *a*) montrent que dans ces formations, la disparition du matériel mort est rapide en saison des pluies, donc que la quantité mesurée est une sous-estimation importante de la quantité de matière réellement morte, sous-estimation de l'ordre de 30 % selon cet auteur.

Pour des formations herbeuses diverses, de nombreux auteurs ont montré que les méthodes ne tenant pas compte de l'évolution du matériel mort entraîne d'importantes sous-estimations de la production nette (voir SINGH *et al.*, 1975). WIEGERT & EVANS (1964) ont établi la méthode des parcelles appariées, modifiée ensuite par LOMNICKI *et al.* (1968) qui consiste à considérer les variations de matériel vivant et de litière durant un intervalle de temps donné sur deux parcelles semblables. A une même date on mesure : sur une première surface le matériel vivant et le matériel mort produit depuis la mesure précédente; sur une seconde surface, le matériel mort que l'on prélève. Cette surface est destinée aux mesures du matériel vivant et du matériel mort qui auront été produits lors de la prochaine mesure.

WALLENINUS (1973) compare, pour une formation des bords de la Baltique, le *Juncetum gerardi*, trois méthodes d'estimation de la production aérienne nette :

1. Méthode du maximum de biomasse.
2. Méthode de la somme des maximums de biomasse de chaque espèce.
3. Méthode de WIEGERT et EVANS modifiée.

Il montre que cette dernière méthode donne des résultats supérieurs de 31 % à ceux de la méthode 1, et de 17 % supérieurs à ceux de la méthode 2. WIEGERT & EVANS donnent des différences beaucoup plus importantes. Dans le présent travail, nous proposons une modification de la méthode de WIEGERT & EVANS, et l'application de cette méthode pour déterminer la production primaire nette aérienne de trois groupements herbacés sahéliens.

LOCALISATION

La station d'étude se situe dans le Centre de Recherches Zootechniques de Dahra, dépendant de l'Institut Sénégalais de Recherches Agronomiques (I. S. R. A.). Ce centre situé en zone sahélienne, à la limite sud du Ferlo sableux, couvre une superficie de 6 800 ha. Le climat y est typiquement sahélien. Les précipitations sont concentrées en une brève période humide : juillet, août et septembre. La moyenne sur 38 années est de 492 mm, la médiane se situant à 500 mm. Août est le mois le plus arrosé avec 35,7 % des pluies annuelles, septembre 27,2 % et juillet 21,1 %. Les années durant lesquelles ont été effectuées les mesures, 1977 et 1978, ont été deux années anormales. 1977 a été une année sèche avec 296,7 mm et une saison des pluies assez tardive. En 1978 la saison des pluies a débuté très tôt, mais elle a été entrecoupée de nombreuses périodes sèches. Le total pluviométrique est de 337,5 mm.

Deux parcelles d'étude de 5 ha chacune ont été retenues : Dahra-nord et Dahra-sud, installées sur les deux types de sol et de végétation les plus représentatifs de la station. La parcelle de Dahra-nord présente un modelé dunaire de faible amplitude. Le sol y est très sableux de type *brun rouge subaride*. La parcelle de Dahra-sud sans relief apparent, a un sol sablo-argileux de type *ferrugineux tropical à drainage moyen à médiocre*. L'étude écologique de ces parcelles nous a conduit à déterminer à l'aide de relevés floristiques, des unités de végétation homogène appelées groupements et basées sur la présence et la permanence de groupes d'espèces caractéristiques (CORNET & POUPON, 1977). Les mesures de production nette aérienne de la strate herbacée ont été réalisées hors du couvert ligneux sur les trois groupements les plus étendus.

— A Dahra-nord :

Un groupement à *Tephrosia purpurea*, *Phyllanthus pentandrus*, *Aristida stipoides*, *Crotalaria podocarpa*, *Merremia tridentata*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Indigofera aspera*. Ce groupement occupe les hauts de dunes et les pentes, soit environ 40 % de la surface de la parcelle. Il est désigné ici par groupement I_B .

Un groupement de bas de pentes et pentes moyennes, caractérisé par : *Tephrosia platycarpa*, *Schoenfeldia gracillis*, *Brachiaria xantholeuca*, *Alysicarpus ovalifolius*, *Zornia glochidiata*, *Crotalaria perottetii* et *Eragrostis tremula*. Ce groupement à *Schoenfeldia* et *Brachiaria* dominants, occupe environ 30 % de la surface de la parcelle, il est désigné par groupement II_B .

— A Dahra-sud :

Dans cette parcelle, où la végétation a atteint un équilibre dégradé stable, 80 % de la surface sont occupés par un groupement très appauvri à : *Zornia glochidiata* dominant et *Eragrostis tremula*, avec de petites quantités de *Schoenfeldia gracilis*, *Brachiaria xantholeuca* et *Digitaria horizontalis*. Il est désigné par groupement I_C .

Ces parcelles sont mises en défens durant la saison des pluies et pâturées en saison sèche. Il est à noter que la strate herbacée est constituée quasi exclusivement d'espèces annuelles, et que le recouvrement est faible : 22 à 65 % suivant les groupements et suivant les années.

MÉTHODE

La recherche dans la littérature des méthodes employées pour la détermination de la production primaire nette, se heurte à un problème de vocabulaire, un terme pouvant, d'un auteur à l'autre, recouvrir une réalité différente. La figure 1 montre que l'observation de la distribution de la matière

1. matière vivante,
2. matière morte encore fixée sur un individu vivant,
3. matière morte érigée (individu mort),
4. matière morte de l'année au sol,
5. matière morte antérieure au sol.

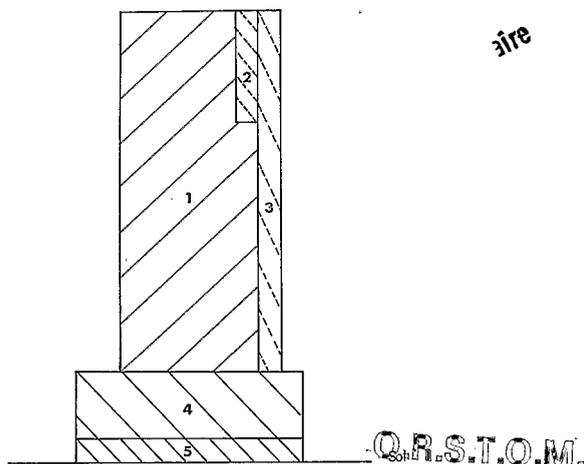


FIG. 1. — Répartition de la matière végétale aérienne dans une formation herbacée.

végétale au-dessus du sol, dans une formation herbeuse, permet de définir un certain nombre de compartiments, d'ailleurs liés les uns aux autres. Le tableau I montre les correspondances entre les principales dénominations utilisées suivant quelques auteurs et les compartiments explicites.

TABLEAU I

Correspondances entre la répartition de la matière végétale et les principaux termes utilisés.

	1	1 + 2	1 + 2 + 3	1 + 2 + 3 + 4 + 5
Biomasse ou Biomass	LEMÉE, 1967 LAMOTTE & BOURLIÈRE, 1967 GOUNOT & YU, 1980	MILNER & HUGHES, 1968 SINGH (in MILNER & HUGHES) BERGER <i>et al.</i> , 1978 WALLENTINUS, 1973 (²)	OVINGTON (in SINGH <i>et al.</i> , 1975) SLATYER (in MILNER & HUGHES) LEVANG, 1978 GROUZIS, 1979 PENNING DE VRIES & VAN HEEMST, 1975	MACFADYEN (in DAGET & GODRON) CHRISTIE, 1978 BILLE, 1977 <i>a</i> SICOT, 1976
Standing- crop			SINGH <i>et al.</i> , 1975 SLATYER (in MILNER & HUGHES) LEVANG, 1978	CLARKE (in DAGET & GODRON) WIEGERT & EVANS, 1964 BILLE, 1977 <i>a</i>
		4 + 5	3 + 4 + 5	
Litière ou Litter		SINGH <i>et al.</i> , 1975 SLATYER (in MILNER & HUGHES) LEVANG, 1978 WALLENTINUS, 1973 BERNHARD- REVERSAT, 1970	WIEGERT & EVANS, 1964 BILLE, 1977 <i>a</i> GOUNOT & YU, 1980 (¹)	

1 — matière vivante,

2 — matière morte encore fixée sur un individu vivant,

3 — matière morte érigée,

4 — matière morte de l'année au sol,

5 — matière morte antérieure au sol.

(¹) Sens donné aux termes dans le présent travail.

Dans le présent travail, le terme biomasse représente l'ensemble des compartiments 1 et 2. Il est donc une surestimation, faible d'ailleurs, de la matière verte. Les termes de litière et de matière morte sont utilisés indifféremment pour désigner l'ensemble des compartiments 3, 4 et 5 non séparés. Biomasse plus matière morte représentent l'ensemble de la matière végétale aérienne.

Nous utilisons la méthode de WIEGERT & EVANS (1964) modifiée (LOMNICKI *et al.*, 1968), des parcelles appariées pour effectuer les mesures. Les calculs du taux de disparition de la matière morte et de la quantité de matériel mort formé sont modifiés. Le tableau II compare les principaux élé-

TABLEAU II

Comparaison des méthodes de mesure de la production primaire.

WIEGERT et EVANS, 1964	LONNICKI <i>et al.</i> , 1968	Méthode proposée
<p><i>Prélèvements :</i></p> <p>temps t_0 $\left\{ \begin{array}{l} \text{parcelle 1} \rightarrow \text{biomasse } b_0 \\ \phantom{\text{parcelle 1}} \rightarrow \text{litière } x_0 \\ \text{parcelle 2} \rightarrow \text{biomasse } b_0 \\ \text{parcelle 2} \rightarrow \text{litière } x_i \end{array} \right.$</p> <p>temps t $\left\{ \begin{array}{l} \text{parcelle 3} \rightarrow \text{biomasse } b_i \end{array} \right.$</p> <p><i>Calculs :</i></p> $y = b_i - b_0 + m_i$ $m_i = x_i - x_0 + \left(\frac{x_i - x_0}{2} \right) kt$ $k = \text{Log} \left(\frac{x_0}{x_i} \right) \cdot \frac{1}{t_i - t_0}$ <p><i>Hypothèses :</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Parcelles semblables biomasse et k identiques. 2) Pas d'influence de la matière vivante sur la disparition de la litière. 	<p><i>Prélèvements :</i></p> <p>temps t_0 $\left\{ \begin{array}{l} \text{parcelle 1} \rightarrow \text{biomasse } b_0 \\ \phantom{\text{parcelle 1}} \rightarrow \text{litière } x_0 \\ \text{parcelle 2} \rightarrow \text{litière } x_0 \\ \phantom{\text{parcelle 2}} \rightarrow \text{biomasse } b_i \end{array} \right.$</p> <p>temps t_i $\left\{ \begin{array}{l} \text{parcelle 2} \rightarrow \text{litière accumulée } a \\ \text{parcelle 3} \rightarrow \text{litière } x \end{array} \right.$</p> <p><i>Calculs :</i></p> $y = b_i - b_0 + a$ <p>k non déterminé</p> <p><i>Hypothèses :</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <i>Idem.</i> 2) Pas d'influence de la litière sur la production de biomasse. 3) k taux de disparition de la matière morte négligeable entre t_0 et t_i. 	<p><i>Prélèvements :</i></p> <p><i>Idem</i> LONNICKI</p> <p><i>Calculs :</i></p> $y = b_i - b_0 + m_i$ $m_i = \frac{ka_i}{1 - e^{-kt}}$ $k = -\text{Log} \left(\frac{x_i - a_i}{x_0} \right) - \frac{1}{t_i - t_0}$ <p><i>Hypothèses :</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <i>Idem.</i> 2) <i>Idem</i> LONNICKI
<i>Abréviations utilisées :</i>		
<p>Grandeurs mesurées</p> $\left\{ \begin{array}{l} b : \text{biomasse } b_0 : \text{biomasse au temps } t_0 \\ : \text{biomasse au temps } t_i \\ x : \text{litière } \quad x_0 : \text{litière au temps } t_0 \\ : \text{litière au temps } t_i \\ a_i : \text{litière accumulée entre } t_0 \text{ et } t_i \end{array} \right.$	<p>Grandeurs calculées</p> $\left\{ \begin{array}{l} y : \text{production primaire nette entre } t_0 \text{ et } t_i \\ m_i : \text{matière morte formée entre } t_0 \text{ et } t_i \\ k : \text{taux de disparition de la litière} \end{array} \right.$	

ments des méthodes de WIEGERT & EVANS, LOMNICKI *et al.*, et de la méthode proposée. Nous n'expliquons ici que les aspects de la méthode qui diffèrent des méthodes connus.

La matière morte présente sur chaque parcelle peut être comparée à une litière forestière. En effet, durant la période de végétation active, la matière morte est produite et décomposée partiellement durant le même temps. La litière accumulée est la résultante des deux phénomènes. En reprenant les travaux de OLSON (1963) et de BERNHARD-REVERSAT (1970) nous étudions le devenir de cette matière morte.

La variation de quantité de matière morte par unité de temps peut s'exprimer par l'équation différentielle :

$$\frac{dx}{dt} = m - kx \quad (1)$$

où x est la quantité de litière, et m la quantité de matière morte formée par unité de temps.

Cette relation peut s'écrire :

$$\frac{dx}{\left(\frac{m}{k} - x\right)} = kdt$$

dont l'intégrale générale est :

$$-\text{Log} \left(\frac{m}{k} - x\right) = kt + c \quad (2)$$

où c est une constante d'intégration.

Dans les conditions expérimentales, pour la parcelle 2, la litière a été enlevée au temps t_0 . Donc, pour $t_0 = 0$, $x_0 = 0$. L'équation (2) donne alors : $c = -\text{Log} \left(\frac{m_i}{k}\right)$. Cette valeur reportée dans l'équation permet d'écrire :

$$\text{Log} \left(\frac{m_i}{k} - x\right) = -kt + \text{Log} \left(\frac{m}{k}\right)$$

ou

$$\text{Log} \left(1 - \frac{kx}{m_i}\right) = -kt,$$

que l'on peut écrire sous la forme exponentielle : $1 - \frac{kx}{m_i} = e^{-kt}$ d'où l'on tire :

$$m_i = \frac{kx}{1 - e^{-kt}} \quad (3)$$

Considérons le cas d'une parcelle intacte, au temps t_0 nous avons (hypothèse 1) une biomasse b_0 et une litière x_0 , au temps t_i nous avons une biomasse b_i et une litière x_i . D'après l'hypothèse 2, s'il n'y avait pas production de matière morte dans l'intervalle, nous aurions au temps t_i une quantité de litière $x'_i = x_i - a_i$. Dans ce cas, où il n'y aurait pas de production de matière morte, l'équation différentielle (1) devient : $\frac{dx}{x} = -kdt$ dont l'intégrale est :

$$\text{Log } x = -kt + c \quad (4)$$

où c est une constante d'intégration. Or à $t_0 = 0$, on a $x = x_0$ d'où $c = \text{Log } x_0$, et la relation (4) devient : $\text{Log} \left(\frac{x}{x_0}\right) = -kt$ entre l'instant t_0 et t_i on a :

$$k = -\text{Log} \left(\frac{x'_i}{x_0}\right) \cdot \frac{1}{t_i - t_0}$$

où

$$k = -\text{Log} \left(\frac{x_i - a_i}{x_0}\right) \cdot \frac{1}{t_i - t_0} \quad (5)$$

Pour que le taux de disparition de la matière morte k dans l'intervalle soit défini par la relation (5) il faut que x_0 soit $\neq 0$. D'après les conditions expérimentales, $x_i - a_i$ ne peut être que positif ou nul,

Si l'on prend comme unité de temps, l'intervalle entre deux mesures, la production primaire nette peut être calculée par la relation :

$$y = b_i - b_0 + \frac{a_i k}{1 - e^{-k}} \quad (6)$$

avec

$$k = -\text{Log} \left(\frac{x_i - a_i}{x_0} \right).$$

Les mesures ont été effectuées sur 20 séries de parcelles appariées pour chaque groupement. Les parcelles, d'une surface de 1/4 de mètre carré chacune, sont réparties au hasard dans la zone représentant le groupement de façon homogène. Les mesures débutent en début de saison pluvieuse et se poursuivent avec un intervalle de temps de 7 à 14 jours jusqu'en octobre, fin de la saison des pluies et de la période de production. Les matières récoltées sont séchées à l'étuve à 80° C et pesées.

RÉSULTATS

La figure 2 montre l'évolution de la biomasse et de la matière morte dans chaque groupement pendant les périodes de végétation 1977 et 1978. Durant la saison sèche, de novembre à juin, la biomasse herbacée est nulle, car les annuelles dont est constituée cette strate sont mortes. Durant cette même période la matière morte décroît essentiellement en fonction du pâturage, de la consommation par les insectes et de l'enfouissement par la micro-faune édaphique.

La figure 2 montre que la production de biomasse en 1977 suit une courbe typique en « S », alors que les courbes pour 1978 sont atypiques. La production de biomasse après un départ rapide en juin et juillet est interrompue par des périodes de sécheresse. L'action de ces périodes sèches est différente suivant les groupements et les types de sol.

La biomasse b_i est connue avec un intervalle de confiance moyen de 19,3 % (probabilité 0,95), cet intervalle est de 25,3 % pour la litière x_i . Par contre, pour le matériel mort a_i accumulé entre deux observations, l'intervalle atteint 40 %. Les tableaux III, IV et V montrent les résultats des calculs de la production nette, ainsi que la quantité de matière m_i morte pendant l'intervalle de temps et le taux de disparition de la matière morte k . Les valeurs sont exprimées en g.m^{-2} ou en $\text{g.g}^{-1}.\text{m}^{-2}$ pour k .

DISCUSSION

Des résultats il ressort que la production nette est faible en début de saison des pluies, elle croît ensuite proportionnellement à l'accumulation de biomasse, c'est-à-dire à la quantité de tissus productifs présente. La production nette est très liée par ailleurs aux paramètres climatiques, notamment à l'eau disponible. Les périodes sèches entraînent une baisse de la production nette ou même son arrêt. Cependant, une diminution de la biomasse ne signifie pas obligatoirement un arrêt de la production nette, la quantité de matériel mourant est alors supérieure à la production. La productivité nette journalière passe par un maximum en septembre, le bilan hydrique étant favorable et le peuplement suffisamment développé.

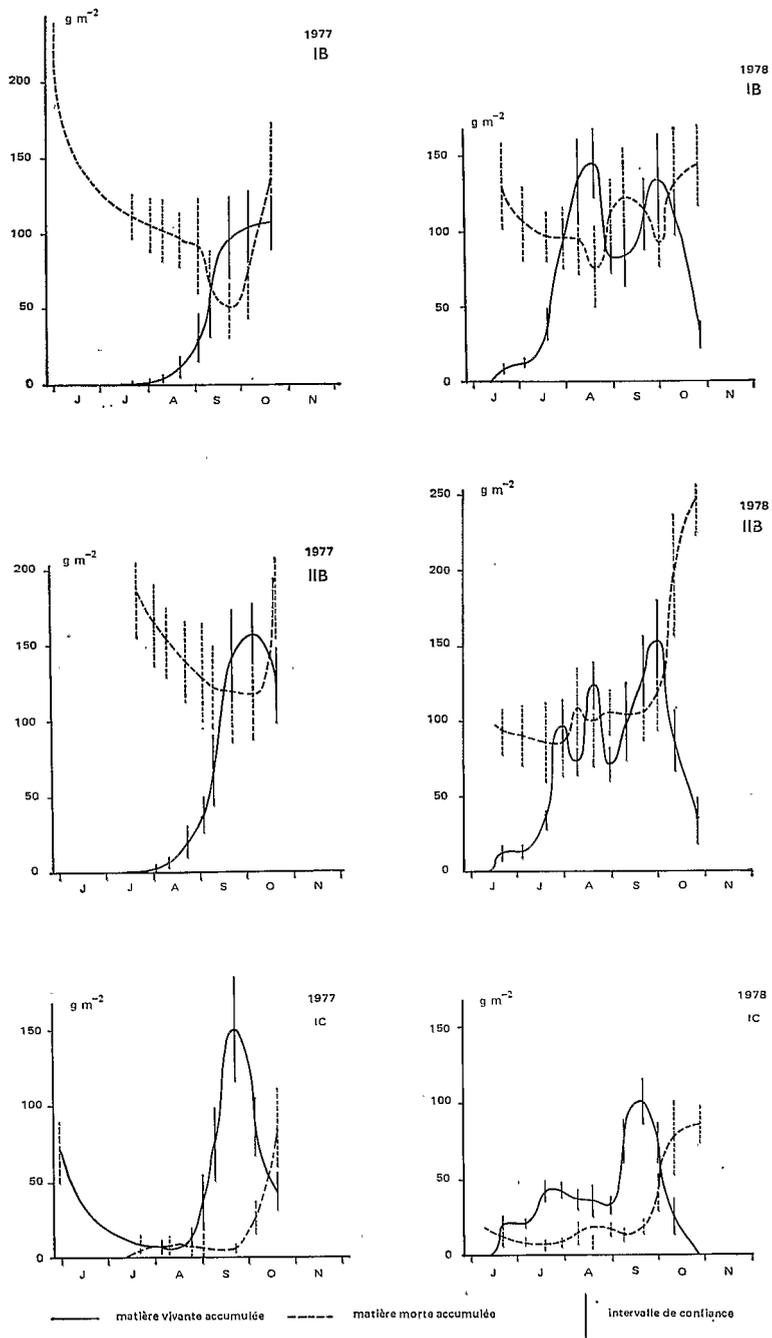


FIG. 2. — Évolution de la biomasse et de la matière morte dans chaque groupement en 1977 et 1978.

TABLEAU III

Détermination de la production aérienne nette Dahra-nord groupement I_B.

1977						1978					
Date t_i unité	Inter- valle $t_0 - t_i$ j	B g.m ⁻²	k g.g ⁻¹ .m ⁻²	m_i g.m ⁻²	Y_i g.m ⁻²	Date t_i unité	Inter- valle $t_0 - t_i$ j	B g.m ⁻²	k g.g ⁻¹ .m ⁻²	m_i g.m ⁻²	Y_i g.m ⁻²
						20/6/1978	9 ⁽¹⁾	138,3	—	—	9,4 ⁽²⁾
						4/7/1978	14	118,9	0,213	2,22	5,52
21/7/1977	9 ⁽¹⁾	112,8	—	—	1,2 ⁽²⁾	19/7/1978	15	133,4	0,127	2,66	27,26
2/8/1977	12	108,7	0,046	0	0,9	30/7/1978	11	193,0	0,037	2,55	63,25
10/8/1977	8	107,4	0,040	0,61	2,91	9/8/1978	10	226,9	0,323	29,84	64,44
21/8/1977	11	108,0	0,087	1,88	9,28	14/8/1978	10	220,1	0,381	14,55	25,55
2/9/1977	12	123,2	0,056	1,44	20,44	30/8/1978	11	193,7	0,343	67,92	6,22
9/9/1977	7	125,6	0,263	1,71	24,01	8/9/1978	9	204,2	0,574	76,87	77,67
22/9/1977	13	146,2	0,575	12,89	55,39	21/9/1978	13	222,8	0,327	29,90	56,90
5/10/1977	13	178,7	0,030	24,77	34,37	30/9/1978	9	224,6	0,593	38,98	61,98
20/10/1977	15	243,2	0,029	65,5	67,55	11/10/1978	11	243,1	0,010	39,90	19,60
						26/10/1978	15	171,7	0,287	50,61	0
Total					216,0	Total					417,8

⁽¹⁾ Depuis le début des germinations.⁽²⁾ Valeurs par défaut. B : Matière végétale totale. k : Taux de disparition de la litière. m_i : Matériel passé à la litière. Y_i : Production nette.

TABLEAU IV

Détermination de la production aérienne nette, Dahra-nord groupement II_B.

1977						1978					
Date t_i unité	Inter- valle $t_0 - t_i$ j	B g.m ⁻²	k g.g ⁻¹ .m ⁻²	m_i g.m ⁻²	Y_i g.m ⁻²	Date t_i unité	Inter- valle $t_0 - t_i$ j	B g.m ⁻²	k g.g ⁻¹ .m ⁻²	m_i g.m ⁻²	Y g.m ⁻²
						26/6/1978	10 ⁽¹⁾	106,0	—	—	12,7 ⁽²⁾
						4/7/1978	13	104,7	0,065	3,2	4,70
21/7/1977	9 ⁽¹⁾	187,2	—	—	1,60 ⁽²⁾	19/7/1978	15	120,0	0,096	4,3	23,80
2/8/1977	12	166,8	0,125	0	1,40	30/7/1978	11	182,9	0,057	4,11	67,81
10/8/1977	8	159,0	0,078	0,52	4,52	9/8/1978	10	183,3	0,012	25,55	1,55
22/8/1977	12	160,0	0,092	0,52	14,42	19/8/1978	10	233,5	0,181	8,86	59,16
2/9/1977	11	167,8	0,082	1,77	18,87	30/8/1978	11	178,2	0,266	33,94	0
9/9/1977	7	191,8	0,070	2,49	32,89	9/9/1978	10	202,5	0,472	46,67	73,77
22/9/1977	13	263,9	0,158	15,78	91,28	21/9/1978	12	237,7	0,319	35,28	68,68
5/10/1977	13	274,4	0,158	16,27	30,47	30/9/1978	9	271,8	0,425	58,92	81,72
20/10/1977	15	318,7	0,047	84,03	49,63	11/10/1978	11	283,6	0,227	115,12	47,72
						26/10/1978	15	282,4	0,030	58,69	5,59
Total					245,1	Total					447,3

⁽¹⁾ Depuis le début des germinations.⁽²⁾ Valeurs par défaut. B : Matière végétale totale. k : Taux de disparition de la litière. m_i : Matériel passé à la litière. Y : Production nette.

TABLEAU V

Détermination de la production aérienne nette, Dahra-sud groupement I_C.

1977						1978					
Date t_i unité	Inter- valle $t_0 - t_i$ j	B g.m ⁻²	k g.g ⁻¹ .m ⁻²	m_i g.m ⁻²	Y_i g.m ⁻²	Date t_i unité	Inter- valle $t_0 - t_i$ j	B g.m ⁻²	k g.g ⁻¹ .m ⁻²	m_i g.m ⁻²	Y_i g.m ⁻²
						20/6/1978	8 ⁽¹⁾	32,9	—	—	20,8 ⁽²⁾
						5/7/1978	15	30,0	0,505	2,29	2,39
21/7/1977	11 ⁽¹⁾	15,3			5,4 ⁽²⁾	18/7/1978	13	50,4	0,433	1,85	23,95
4/8/1977	14	15,4	0,291	0,231	2,63	29/7/1978	11	51,2	0,543	5,14	5,14
9/8/1977	5	14,4	0,054	1,03	0	8/8/1978	10	52,4	0,754	16,09	10,49
24/8/1977	15	21,6	0,158	0,43	8,43	18/8/1978	10	49,1	0,920	10,55	9,55
1/9/1977	8	43,9	0,227	1,34	23,94	29/8/1978	11	50,6	0,879	12,58	14,98
8/9/1977	7	80,9	0,797	3,48	41,98	7/9/1978	9	88,7	0,811	8,90	50,10
22/9/1977	14	158,7	0,336	3,30	79,0	20/9/1978	13	120,5	0,969	21,39	48,30
5/10/1977	13	113,9	0,458	29,17	0	29/9/1978	9	114,9	0,698	48,63	17,53
19/10/1977	14	129,1	0,004	58,10	15,4	10/10/1978	11	103,5	0,099	39,50	0
Total					176,8	Total					203,2

⁽¹⁾ Depuis le début des germinations.⁽²⁾ Valeurs par défaut.

B : Matière végétale totale.

k : Taux de disparition de la litière.

 m_i : Matériel passé à la litière. Y_i : Production nette.

Les valeurs maximum calculées sont de :

$$\begin{aligned} 9,1 \text{ g.m}^{-2}.\text{j}^{-1} & \text{ pour le groupement } II_B \text{ en 1978} \\ 8,5 \text{ g.m}^{-2}.\text{j}^{-1} & \text{ pour le groupement } I_B \text{ en 1978} \\ 6,0 \text{ g.m}^{-2}.\text{j}^{-1} & \text{ pour le groupement } I_C \text{ en 1977} \end{aligned}$$

moyenne calculée sur des intervalles de 9 jours.

Pour ces mêmes groupements BILLE (1977 b) obtenait en 1975, année pluvieuse :

$$\begin{aligned} I_B & 3,2 \text{ g.m}^{-2}.\text{j}^{-1} \\ II_B & 5,2 \text{ g.m}^{-2}.\text{j}^{-1} \\ I_C & 5,1 \text{ g.m}^{-2}.\text{j}^{-1} \end{aligned}$$

Mais ces productivités étaient calculées sur un intervalle de temps entre deux mesures de 41 jours.

Le tableau VI montre, pour quelques sites sahéliens, la production annuelle de la strate herbacée, et la productivité en grammes de matière sèche par mètre carré et par jour. On note que la production annuelle, inférieure en moyenne à 500 g.m^{-2} , est faible. Les valeurs obtenues par PENNING DE VRIES & VAN HEEMST (1975) grâce à l'utilisation d'un modèle de production pour zones arides, semblent surestimées. On remarque en outre, une grande variabilité interannuelle pour un même groupement, et une forte variabilité entre groupements.

Dans le cas étudié, en ce qui concerne la matière morte, celle-ci décroît depuis le début de la saison des pluies jusqu'à la chute de production de la matière vivante (fig. 2). Elle peut même s'annuler en année pluvieuse, la litière de l'année précédente est alors totalement décomposée (BILLE, 1977 b). La litière herbacée est liée d'une part à la mortalité de la matière vivante, c'est-à-dire à la quantité de matière qui meurt par unité de temps, et d'autre part au taux de disparition de la matière morte, ceci dans le cas où il n'y a pas de pâturage. La mortalité de la matière vivante varie en fonction du stade de végétation : faible ou nulle en début de saison, elle croît avec l'âge de la végétation. Les accidents climatiques, tels que les périodes de sécheresse, l'augmentent très fortement.

La disparition de la matière morte est mesurée par le taux k , qui recouvre d'une part la consommation par les insectes, et d'autres éléments de la microfaune, d'autre part la décomposition microbienne. Ce taux est très faible en saison sèche. En effet, les populations d'insectes sont peu abondantes et l'activité microbienne est réduite ou nulle à cause de la dessiccation. En saison des pluies, on observe, dans les trois groupements, une différence importante entre 1977 et 1978. Les valeurs du taux de disparition sont beaucoup plus élevées durant cette dernière année. Cela s'explique par le fait qu'en 1977 la mortalité en début de saison est très faible, le taux de disparition s'applique donc surtout à du matériel de l'année antérieure, peu facilement décomposable. En 1978, les périodes sèches intercalaires, ont entraîné la mort d'une partie importante de la biomasse produite, matériel plus rapidement décomposable de par sa nature (feuilles et jeunes tiges) et sa composition chimique.

Des essais effectués *in situ*, dans une autre formation herbacée de la zone sahélienne sénégalaise, en 1977, par étude des pertes de poids d'échantillons connus d'herbe sèche (BERNHARD-REVERSAT, communication personnelle), donnent des valeurs du taux de disparition comparables à celles obtenues à la même époque pour les groupements étudiés.

Le tableau VII montre la comparaison des différentes valeurs obtenues.

TABLEAU VI

Production dans quelques sites sahéliens.

Auteur	Lieu	Formation	Année de mesure	Précipitations mm	Production totale g.m ⁻²	Productivité g.m ⁻² .j ⁻¹
CORNET	Dahra-nord (Sénégal)	<i>I_B</i> , formation de dune à <i>Tephrosia purpurea</i> et <i>Aristida stipoides</i>	1977	305	216,0	2,16
			1978	362	415,8	3,03
	Dahra-sud	<i>II_B</i> , formation de bas de pente à <i>Schoenfeldia gracilis</i> et <i>Tephrosia platycarpa</i>	1977	305	245,0	2,45
			1978	362	447,3	3,26
		<i>I_C</i> , formation dégradée à <i>Zornia glochidiata</i>	1977	297	176,8	1,76
			1978	357	203,2	1,69
BILLE (1977 a)	Fete-Ole (Sénégal)	— formation de dune à <i>Aristida mulabilis</i> et <i>Schoenfeldia gracilis</i>	1970	219	95,6	1,40
			1974	316	81,0	1,3
		— formation de bas de pente à <i>Schoenfeldia gracilis</i> et <i>Brachiaria xantholeuca</i>	1970	219	265,6	2,8
			1974	316	227,0	3,66
BILLE (1977 b)	Dahra	— formation <i>I_B</i>	1975	487	137,1	1,34
		— formation <i>II_B</i>	1975	487	290,5	2,8
		— formation <i>I_C</i>	1975	482	153,7	1,5
SICOT (1976)	Oursi (Haute-Volta)	— formation de dune (AMS) à <i>Aristida mulabilis</i> et <i>Schoenfeldia gracilis</i>	1976	345	105,0	
		— formation de glaciais à <i>Schoenfeldia gracilis</i> (SGR)	1976	345	184,0	
GROUZIS (1979)	Oursi (Haute-Volta)	— formation « AMS »	1977	469	226,0	6,3
		— formation « SGR »	1977	420	104,0	1,5
PENNING DE VRIES et VAN HEEMST	Gao (Mali)	Production maximale potentielle en non irrigué		267	250,0	4,2
	Mopti (Mali)	Production maximale potentielle en non irrigué		536	700,0 à 800,0	6,4 à 7,7

TABLEAU VII

Valeurs du taux de disparition de la litière en $g \cdot g^{-1} \cdot j^{-1}$ en 1977.

Auteur	lieu	du 9/5 au 5/7	du 5/7 au 30/8	du 30/8 au 29/9
BERNHARD-REVERSAT	Fete-Ole dune	0,0130 ⁽¹⁾	0,0090 ⁽¹⁾	0,0231 ⁽¹⁾
	Fete-Ole bas de pente	0,0096 ⁽¹⁾	0,0013 ⁽¹⁾	0,0247 ⁽¹⁾
CORNET	Dahra-nord I_B	0,0036	0,0100	0,0376
	Dahra-nord II_B	0,0104	0,0077	0,0122
	Dahra-sud I_C	0,0108	0,0105	0,0540

⁽¹⁾ Valeurs mesurées.

CONCLUSION

Dans les populations herbacées annuelles des phytocoenoses sahéliennes, la méthode proposée permet de calculer la production nette aérienne, en tenant compte de la mortalité du matériel vivant, et du taux de disparition de la matière morte. La connaissance de ce taux, ainsi que de la quantité de matière passant à la litière durant chaque période, permet de mieux suivre le fonctionnement des groupements herbacés en tant que producteurs primaires liés aux conditions de milieu. On constate, par ailleurs, que la production de matières consommables dépend non seulement de la production nette, mais aussi de la disparition de la matière produite ces deux phénomènes étant liés aux conditions climatiques.

Pour l'utilisation de cette méthode, deux hypothèses sont retenues. L'une, l'hypothèse (1), liée au dispositif expérimental, suppose l'homogénéité des parcelles appariées. L'autre, l'hypothèse (2), est que l'enlèvement de la litière sur une parcelle n'influence pas la production de biomasse sur cette parcelle. Afin de tester cette hypothèse, nous avons effectué simultanément des récoltes sur parcelles dont la litière avait été enlevée et sur parcelles non perturbées. Les deux séries de valeurs constituent des séries appariées, que l'analyse statistique permet de comparer par la méthode des couples, en formant pour chaque paire la différence des deux valeurs,

et en comparant les moyennes des n différences à 0 par l'écart réduit $\varepsilon = \frac{\bar{d} - 0}{S/n}$ où \bar{d} et S désignent la moyenne et l'écart-type estimés sur l'échantillon des n différences. Nous obtenons les résultats suivants :

Groupement I_C : $n = 57$	$\bar{d} = - 0,36$	$S = 25,997$	$ \varepsilon = 0,106$
Groupement I_B : $n = 57$	$\bar{d} = - 6,42$	$S = 22,390$	$ \varepsilon = 2,166$
Groupement II_B : $n = 67$	$\bar{d} = - 16,39$	$S = 31,434$	$ \varepsilon = 4,546$
	$t_{0,05} = 2,02$		$t_{0,02} = 2,43.$

Pour le groupement I_C : $|\varepsilon| < t_{0,05}$, les deux séries ne diffèrent pas de façon significative, l'hypothèse (2) est vérifiée.

Pour le groupement I_B : $t_{0,05} < |\varepsilon| < t_{0,02}$, l'hypothèse peut être encore considérée comme valable.

Pour le groupement II_B : $|\varepsilon| > t_{0,02}$, les séries diffèrent de façon significative, et l'hypothèse (2) doit être rejetée. L'observation des résultats expérimentaux montre que seuls les prélèvements effectués à deux dates correspondant aux fins de végétation en 1977 et 1978, entraînent des différences significatives dans les groupements I_B et II_B . Ces prélèvements correspondent à des périodes où la litière est très abondante. Le groupement I_C est celui qui présente le plus faible recouvrement et la plus faible quantité de litière. On peut donc dire que l'hypothèse (2) est vérifiée lorsque la densité de végétation n'est pas trop élevée, et que la litière est peu abondante. Ceci impose des limites aux possibilités d'utilisation de la méthode. Elle semble toutefois très applicable aux formations herbacées des zones sèches, où elle permet une bonne estimation de la production nette.

BIBLIOGRAPHIE

- BERGER A., CORRE J. J. & HEIM G., 1978. — Structure, productivité et régime hydrique de phyto-coenoses halophiles sous climat méditerranéen. *La Terre et la Vie*, **32**, 241-277.
- BERNHART-REVERSAT F., 1970. — Étude de la litière et de sa contribution au cycle des éléments minéraux en forêt ombrophile de Côte-d'Ivoire. *Œcol. Plant.*, **5**, 247-266.
- BILLE J. C., 1977 a. — Étude de la production primaire nette d'un écosystème sahélien. *Travaux et Documents de l'O. R. S. T. O. M.*, Paris, 82 p. + 1 carte.
- BILLE J. C., 1977 b. — Végétation et productivité de 5 sites sahéliens au Sénégal. *Document Technique de la Division des Sciences de l'Environnement et de la Production Végétale, CIPEA-ILCA*, Addis-Abeba, 25 p. ronéo.
- CORNET A. & POUPON H., 1977. — Description des facteurs du milieu et de la végétation dans cinq parcelles situées le long d'un gradient climatique au Sénégal. *Bull. I. F. A. N.*, **39**, A, 2, 241-300.
- CHRISTIE E. K., 1978. — Ecosystem processes in semiarid grassland. I. Primary production and water use of two communities possessing different photosynthetic pathway. *Aust. J. Agric. Res.*, **29**, 4, 773-787.
- DAGET P. & GODRON M., 1972. — *Vocabulaire d'écologie*. Hachette, Paris, 273 p.
- GOUNOT M. & YU O., 1980. — Recherches sur la mesure de la productivité primaire épigée des graminées prairiales. *Acta Œcologica, Œcol. Plant.*, **1**, 1, 81-102.
- GROUZIS M., 1979. — *Structure, composition floristique et dynamique de la production de matière sèche de formations végétales sahéliennes* (Mare d'Oursi, Haute-Volta). A. C. C. Lutte contre l'aridité dans l'Oudalan, DGRST-ORSTOM Rapport multigraphié, 56 p.
- LAMOTTE M. & BOURLIÈRE F., 1967. — *Problèmes de productivité biologique*. Masson, Paris, 246 p.
- LEVANG P., 1978. — *Biomasse herbacée de formations sahéliennes. Étude méthodologique et application au bassin versant de la mare d'Oursi* (Haute-Volta). A. C. C. Lutte contre l'aridité dans l'Oudalan, DGRST-ORSTOM Rapport multigraphié, 34 p. + annexes.
- LEMÉE G., 1967. — *Précis de biogéographie*. Masson, Paris, 193 p.
- LOMNICKI A., BANDOLA E. & JANKOWSKA K., 1968. — Modification of the WIEGERT-EVANS Method for estimation of net primary production. *Ecology*, **49**, 1, 147-149.
- MILNER C. & HUGHES R. E., 1968. — *Methods for the measurement of the primary production of grassland*. IBP Handbook, 6, London, 70 p.
- OLSON J. S., 1963. — Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. *Ecology*, **44**, 2, 322-331.
- PENNING DE VRIES F. W. T. & VAN HEEMST H. D. J., 1975. — *Production primaire potentielle des terres non irriguées au Sahel*. Doc. ronéo., 9 p., Wageningen.

- SICOT M., 1976. — *Évaluation de la production fourragère herbacée*. A. C. C. Lutte contre l'aridité dans l'Oudalan, DGRST-ORSTOM Rapport multigraphié, 45 p. + annexes.
- SINGH J. S., LAVENROTH W. K. & STEINHORST R. K., 1975. — Review and assesment of various techniques for estimating net aerial primary production in grasslands from harvest data. *The Botanical Review*, 41, 2, 181-232.
- WALLENTINUS H. G., 1973. — Aboveground primary production of a *Juncetum gerardii* on a Baltic sea-shore meadow. *Oikos*, 24, 200-219.
- WIEGERT R. G. & EVANS F. C., 1964. — Primary production and the disappearance of dead vegetation on an old field in South Eastern Michigan. *Ecology*, 45, 1, 49-63.