

ACTION DES FACTEURS CLIMATIQUES SUR LA PRODUCTION FOURRAGÈRE EN CÔTE-D'IVOIRE

PAR

J.-C. TALINEAU*

RÉSUMÉ

La production fourragère de deux Graminées (Panicum maximum et Cynodon sp.) et de deux Légumineuses (Stylosanthes gracilis et Centrosema pubescens) est analysée en fonction des caractéristiques climatiques d'un milieu tropical humide en basse et moyenne Côte-d'Ivoire.

Les relations qui apparaissent entre la production et les facteurs climatiques envisagés (précipitations — évapotranspiration potentielle) ne se réduisent pas à une relation simple et directe.

La méthode du bilan hydrique prenant en considération la réserve hydrique du sol et donnant une estimation de l'évapotranspiration réelle et par suite du déficit hydrique met en évidence des phénomènes saisonniers où les corrélations climat-production sont soit positives, soit négatives.

La réponse aux facteurs climatiques est déterminée dans une large mesure par :

- La forme du profil hydrique et en particulier l'état de dessiccation des couches superficielles du sol ;*
- L'importance et la disponibilité de la réserve hydrique ;*
- Le type d'enracinement des plantes.*

ABSTRACT

Forage production of two Graminaceae (Panicum maximum and Cynodon sp.) and two leguminous plants (Stylosanthes gracilis and Centrosema pubescens) is analysed in terms of the climatic characteristics of a tropical humid environment on the low and middle regions of the Ivory Coast.

The relationships which appear between production and the envisaged climatic factors (precipitations, potential evapotranspiration) are not confined to a simple direct relationship.

The hydrous evaluation method, taking the soil's hydrous reserve into consideration, and giving an estimation of real evaporation-transpiration, and in consequence of the

* Centre O.R.S.T.O.M. d'Adiopodoumé, B.P. 20, Abidjan (Côte-d'Ivoire).

hydrous deficit, shows seasonal phenomena where climate — production correlations are either positive or negative.

The response to climatic factors is, to a great extent, determined by:

- *The shape of the hydrous profile and in particular the desiccation conditions of the upper soil layers ;*
- *The layers and availability of the hydrous reserve ;*
- *The type of root of the plants.*

Les composantes d'une production végétale donnée sont largement déterminés par les facteurs du milieu dont les principaux sont le sol et le climat.

L'homme, par l'intermédiaire de techniques culturales appropriées, comme la sélection des espèces, l'irrigation et la fertilisation, peut s'affranchir de certaines contraintes du milieu naturel.

Ces interventions, pour être efficaces, supposent au préalable une connaissance aussi exacte que possible de la réaction de la plante à des conditions données de sol et de climat.

C'est l'un des buts recherchés par l'expérimentation qui a été entreprise en Côte-d'Ivoire en 1967 pour étudier les interactions « plante-sol » dans le cas des plantes fourragères* (ANONYME, 1967-68-69).

Ces recherches visent à définir l'intensité et les modes d'actions réciproques des conditions de milieu sur les plantes et des plantes sur le sol. A cet effet, les investigations démarrées en 1967 et qui seront poursuivies au moins jusqu'en 1971 comportent des études comparatives :

- De production fourragère ;
- D'enracinements ;
- D'évolution des principales caractéristiques physiques et chimiques des sols et notamment des bilans organiques ;
- De bilans chimiques complets faisant intervenir les réserves chimiques du sol et l'accumulation des éléments chimiques dans les différents organes végétaux sur un certain nombre d'espèces reconnues déjà comme étant parmi les plus intéressantes potentiellement pour le sud et le centre de la Côte-d'Ivoire.

La présente note rend compte de l'influence, que l'on peut déjà discerner, des facteurs climatiques sur la production fourragère de quatre espèces soumises à l'un des quatre traitements culturaux qui leur sont appliqués sur trois stations différentes. Parmi les différents facteurs climatiques, seules les précipitations et l'évapotranspiration potentielle sont prises en considération. L'étude comparative entre milieux pédologiques différents reste possible dans la mesure où, la nutrition minérale des plantes étant maintenue à un niveau optimal, on peut s'abstraire dans une large mesure du facteur sol.

Néanmoins la quantité et la disponibilité de l'eau du sol et par voie de conséquence sa consommation par les plantes interfèrent avec les facteurs climatiques et conditionnent le niveau de production. Pour cette raison le calcul de bilans hydriques à partir de relevés neutroniques de l'humidité a été entrepris. Il permet de préciser l'influence du déficit hydrique ainsi que de calculer, d'une manière globale, l'efficacité de l'eau.

* L'unité de recherche travaillant sur ce programme est composée de MM. BONZON, HAINNAUX, PICARD, SICOT, TALINEAU, BONNIN. Ce groupe de travail a participé à l'élaboration du présent document.

1. MILIEUX D'ÉTUDE

Afin d'élargir la portée de ces études et de les rendre plus représentatives à l'échelle du sud et du centre de la Côte-d'Ivoire, celles-ci ont été entreprises sur trois stations que l'on localisera facilement sur la carte climatologique ci-dessous :

- Au Centre O.R.S.T.O.M. d'Adiopodoumé à proximité d'Abidjan ;
- A la Station I.R.A.T. ¹ de Gagnoa ;
- Au Centre I.E.M.V.T. ² de Bouaké-Minankro.

Les caractéristiques principales des milieux de ces trois stations se présentent de la façon suivante :

1.1. Caractéristiques pédologiques.

Les sols expérimentés appartiennent tous les trois à la classe des sols ferrallitiques (PERRAUD, 1967). Ceux d'Adiopodoumé, formés sur sables tertiaires néogènes, sont fortement désaturés en bases et font partie du groupe « appauvri en argile ». Ceux de Gagnoa et Bouaké sont formés sur granite, sont moyennement et faiblement désaturés en bases, ils font partie du groupe « remanié ».

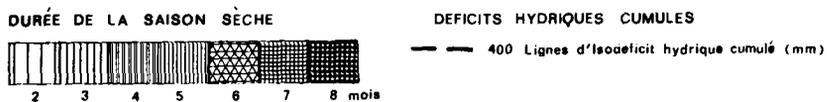
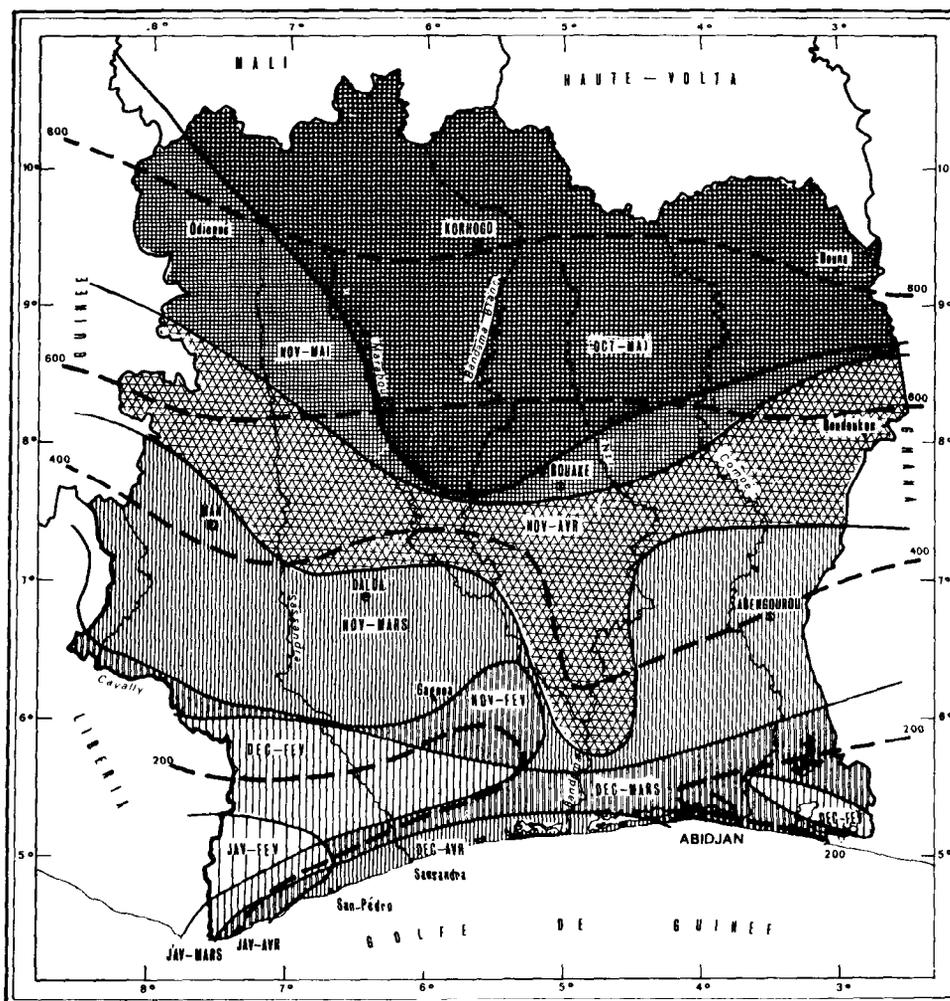
Le tableau I ci-dessous, résume les principales caractéristiques physiques et chimiques moyennes du sol des parcelles expérimentales testées.

TABLEAU I
Caractéristiques physiques et chimiques principales des sols des trois milieux d'étude

Stations	Horizons cm	Gravillons > 2 mm %	Argile + Limon %	Carbone total ‰	Azote total ‰	P ₂ O ₅ ass. Olsen ‰	Bases échangeables mé/100 g	pH
Adiopodoumé	0-10	0	10,2	8,25	0,72	0,14	0,66	5,3
	15-25	0	10,5	8,62	0,71	0,12	0,54	5,2
Gagnoa	0-10	8,5	25,4	11,05	1,17	0,06	3,01	5,9
	15-25	15,0	30,0	8,83	1,10	0,05	2,30	5,8
Bouaké	0-10	8,5	20,9	10,82	0,85	0,06	3,31	6,0
	15-25	21,5	23,1	10,63	0,83	0,05	3,10	5,8

¹ I.R.A.T. : Institut de recherches agronomiques tropicales et des cultures vivrières.

² I.E.M.V.T. : Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux.



D'après la carte climatologique (M. Eldin - A. Daudet) réalisée par l'ORSTOM dans le cadre de la convention d'étude pour le reboisement et la protection des sols.

Fig. 1. — Carte climatologique de la Côte-d'Ivoire.

1.2. Caractéristiques climatiques.

A partir de la figure 1 : carte climatologique de la Côte-d'Ivoire (ELDIN-DAUDET, 1967), on peut distinguer deux types de climat :

— Un climat soudano-guinéen au nord de la Côte-d'Ivoire qui présente une seule saison pluvieuse et une grande saison sèche dont la durée est au moins égale à six mois ; la station de Bouaké est sous l'influence prédominante de ce type de climat ;

— Un climat guinéen forestier qui intéresse la basse Côte-d'Ivoire forestière et qui est caractérisé par l'existence de deux saisons des pluies séparées par une petite et une grande saison sèche ; c'est le climat des stations d'Adiopodoumé et Gagnoa.

Les déficits hydriques cumulés, mentionnés sur la carte, représentent l'état du bilan entre une certaine demande climatique en eau traduite par l'évapotranspiration potentielle (ETP) et une certaine offre traduite par la pluviométrie (P) (voir tableau II pour les valeurs moyennes de ces données).

La notion de déficit hydrique permet de tenir compte de la durée et surtout de l'intensité de la saison sèche. Ainsi, il apparaît nettement que la station de Bouaké présente au cours de la grande saison sèche un déficit hydrique climatique cumulé voisin de 500 mm alors que pour Adiopodoumé et Gagnoa ce déficit est proche de 250 mm.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1. Matériel végétal expérimenté.

Les végétaux retenus sont les suivants :

- Une graminée à port en touffe : *Panicum maximum* type G 23 ;
- Une graminée à port rampant sans rhizome : *Cynodon sp.* ;
- Deux légumineuses : *Stylosanthes gracilis* et *Centrosema pubescens* la première à port dressé, la seconde à port rampant.

2.2. Traitements culturaux appliqués.

L'implantation des quatre espèces fourragères s'est effectuée en octobre 1967 à Adiopodoumé et Gagnoa et en mai 1968 à Bouaké. Les graminées ont été implantées par boutures, les légumineuses par graines. Une nutrition minérale convenable de ces plantes est assurée par l'apport des éléments fertilisants suivants (doses par ha et par an) :

- 750 kg d'azote apportés en six fois (apport nul pour les légumineuses) ;
- 225 kg de phosphore apportés en trois fois ;
- 750 kg de potasse apportés en six fois ;
- 300 kg de chaux apportés en deux fois ;
- 200 kg de magnésium apportés en deux fois.

Ces apports sont sensiblement équivalents aux exportations minérales annuelles sous forme de fourrage.

L'exploitation des plantes s'effectue par des fauches dont la hauteur de coupe est en moyenne de 15 cm. Ces fauches sont faites selon un rythme précis dépendant du rythme de croissance des végétaux qui correspond à la montaison chez les graminées et à une hauteur moyenne de 30 à 40 cm pour les légumineuses.

Pour chaque plante et traitement, l'expérimentation comporte 2 répétitions. La parcelle utile sur laquelle sont déterminés les rendements a une surface d'environ 50 m²,

TABLEAU II

Caractéristiques climatiques des trois stations expérimentales
 P : pluviométrie en mm par mois n : nombre moyen de jours de pluie
 ETP : évapotranspiration potentielle calculée à l'aide de la formule de TURC et exprimée en mm par mois
 Données obtenues par le laboratoire de Bioclimatologie à Adiopodoumé et par l'A.S.E.C.N.A. *
 à Gagnoa et Bouaké (moyennes sur 20 ans)

Stations	Caractéristique	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Total
Adiopodoumé	P	32,6	57,8	114,8	145,1	319,5	728,6	298,5	30,9	78,1	186,1	167,9	88,9	2 248,1
	n	2,8	3,4	7,7	8,7	14,9	21,5	12,7	7,3	11,2	14,6	12,8	7,4	125,0
	ETP	110	120	145	135	115	85	85	90	90	115	130	115	1 335
Gagnoa	P	31,2	67,7	147,0	152,2	191,5	228,0	91,3	70,2	181,8	162,9	101,3	53,3	1 478,4
	n	3,4	5,6	11,8	12,2	16,6	18,8	11,0	12,5	17,0	17,1	11,3	5,5	142,8
	ETP	130	131	148	148	136	107	99	93	112	125	130	123	1 482
Bouaké	P	9,6	47,4	86,9	141,5	145,5	125,7	105,3	111,9	212,5	147,5	31,9	21,6	1 187,3
	n	1,3	3,5	6,9	8,6	10,5	12,2	10,5	13,4	17,7	12,8	4,1	2,1	103,6
	ETP	130	140	153	147	138	108	92	87	109	128	125	121	1 478

* A.S.E.C.N.A. : Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar

2.3. Détermination des facteurs climatiques.

Les données climatiques de la station d'Adiopodoumé sont recueillies par le laboratoire de Bioclimatologie qui est équipé d'un parc météorologique complet distant des parcelles expérimentales de 300 m environ. Fait important à signaler, l'ETP est mesurée par pesée continue d'un fût enherbé de *Paspalum notatum* constamment alimenté en eau qui permet d'établir un bilan hydrique extrêmement précis (ELDIN, 1968).

Celles de la station de Gagnoa sont recueillies par la station elle-même, celles mentionnées pour la station de Bouaké par l'A.S.E.C.N.A. sur un terrain distant d'un kilomètre des expérimentations. L'ETP est calculée pour ces deux stations à l'aide de la formule de TURC (1961) qui fait intervenir la durée quotidienne d'insolation (h) et la température de l'air sous abri en °C pendant la période considérée (t).

$$ETP = 0,40 \frac{t}{t + 15} \left[(0,62 \frac{h}{H} + 0,18) I_{g_a} + 50 \right]$$

Dans cette formule, H, la durée astronomique du jour est exprimée en heures et I_{g_a} l'énergie de radiation qui atteindrait le sol si l'atmosphère n'existait pas en petites calories/cm² de surface horizontale/jour pour le mois considéré. L'ETP est ainsi obtenue en mm/mois.

Toutes ces données figurent dans des tableaux en annexe.

Il convient de noter que l'interprétation d'une action climatique sur la production suppose une constance des autres facteurs du milieu en particulier des facteurs édaphiques ; parmi ces derniers facteurs la réserve en eau utile du sol est à prendre en considération pour pondérer les déficits hydriques climatiques.

Il a été procédé, au cours de la grande saison sèche 1968-1969 (novembre à juin) au relevé de profils hydriques sur les parcelles expérimentales à l'aide d'un humidimètre à neutrons¹. Ces profils ont été relevés tous les quinze jours sur une profondeur de 0 à 1,20 m pour Adiopodoumé et de 0 à 1 m pour Gagnoa et Bouaké.

Pour cette dernière station, l'exploitation de ces relevés n'est pas encore possible en raison de difficultés rencontrées pour l'étalonnage de l'humidimètre à neutrons.

A partir de l'équation générale² du bilan d'eau dans un sol traduisant l'égalité des pertes et des apports en eau, il est possible de déterminer la part des réserves en eau du sol utilisée par les plantes dans une tranche de sol donnée en tenant compte des précipitations. Ce mode de calcul suppose que l'on néglige le ruissellement et le drainage. En fait, l'intensité minimale des pluies qui déclenche le ruissellement est connue à Adiopodoumé (TALINEAU, LESPINAT, 1968) et le drainage est nul de décembre à mai. Pour Gagnoa, par contre, ces facteurs ne sont pas contrôlés et l'on verra plus loin que le drainage est fréquent en avril-mai sur cette station.

¹ L'appareil utilisé est du type HP 310 (source Am-Be) associé à un dispositif de comptage EC 310.

Les mesures sont effectuées dans des tubes en alliage d'aluminium AG 3 implantés à l'avance à raison de trois tubes par parcelle.

² Cette équation peut s'écrire :

$$P + I = R + D + ETR \pm \Delta S$$

où

P = précipitations

I = irrigations (apports nuls dans le cadre de cette expérimentation)

R = ruissellement

D = drainage (circulation d'eau libre)

ETR = évapotranspiration réelle calculée par différence

ΔS = variation des réserves en eau du sol calculées à partir des humidités volumiques obtenues par les profils hydriques.

3. RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX ET PREMIER ESSAI D'INTERPRÉTATION

WHYTE (1959) dans sa revue générale des Graminées en agriculture ainsi que SALTER et GOODE (1967) traitant de la réponse des plantes à l'irrigation apportent d'intéressantes références sur les liaisons entre croissance et consommation en eau.

Les informations à propos de l'action des facteurs climatiques sur la production végétale, en particulier des plantes fourragères, sont assez peu nombreuses en zone tropicale. Quelques études ont essayé de préciser les besoins en eau de diverses cultures (DUPRIEZ, 1964).

Plus précisément en matière de production fourragère, JONES (1966) rapportant des résultats obtenus au Ghana sur la croissance de *Panicum maximum* en saison sèche souligne la résistance à la sécheresse de cette plante qui s'explique par la puissance de son système racinaire et par autorégulation des organes aériens qui sont capables de réduire leur surface de transpiration.

WATKINS (1951) fait état d'une diminution de 70% des rendements fourragers en période de sécheresse. Ce même auteur a obtenu en San Salvador une production maximale de 95 tonnes de matière sèche à l'hectare avec *Pennisetum purpureum* coupé quatre fois par an. Il semble bien qu'en Côte-d'Ivoire la production ne puisse dépasser la moitié de cette production potentielle.

Notons encore l'étude de CADOT et RIVIÈRE (1967) qui analyse les variations de production et de valeur alimentaire de quelques plantes fourragères en fonction des facteurs du milieu dans la région centrale de Côte-d'Ivoire.

En zone tempérée les recherches sont plus nombreuses. PENNAN (1956-1962) analysant les relations entre climat et vitesse de croissance des graminées trouve une relation entre l'ETP et le taux de croissance si les conditions d'alimentation en eau ne sont pas limitantes.

Les recherches sont souvent conduites en étudiant les interactions eau-niveau de nutrition minérale ; tout particulièrement dans le cas des graminées, l'interaction eau-azote (LOW et ARMITAGE, 1959).

S. MÉRIAUX (1966) note l'effet dépressif des précipitations élevées sur les rendements du dactyle ; cet effet s'explique non seulement par les pertes d'éléments minéraux entraînés par drainage mais également par la réduction des facteurs héliothermiques accompagnant les pluies, ce qui entraîne une moindre efficacité de l'azote. Plus récemment, J. D'AOUST et R. S. TAYLER (1968) étudiant l'interaction nutrition azotée-eau dans la croissance des prairies à graminées, soulignent l'importance de l'état d'humidité de la couche superficielle du sol qui détermine la réponse à l'apport d'azote : cet état est étroitement lié aux irrigations et aux précipitations atmosphériques.

GARWOOD et WILLIAMS (1967) étudiant la repousse d'une prairie et la croissance des racines en saison sèche suggèrent que la réduction de croissance observée est surtout due à la déficience en éléments minéraux des couches profondes là où les racines s'alimentent en eau.

RICHARDS (1952) puis WILLIAMS (1963) distinguent une disponibilité différentielle de l'eau du sol : la croissance des plantes peut s'arrêter alors que l'épuisement des réserves n'est que partiel. L'explication est, là aussi, basée sur la non-satisfaction des besoins trophiques dans divers horizons du sol.

Notons enfin les travaux de BOUCHET et ROBÉLIN (1969) qui définissent avec précision les notions d'ETP et d'ETR. ROBÉLIN (1969) les applique au cas des plantes fourragères et définit des relations générales « évapotranspiration-production globale ».

3.1. Analyse de la production en fonction du temps.

Les résultats expérimentaux sont reportés dans des tableaux en annexe.

Les fluctuations de la production dans le temps sont décelables sur la figure 2 où les variations de la production, notée en kilogramme de matière sèche produite par jour, sont exprimées en fonction du temps de janvier 1968 à septembre 1969. D'une façon générale, l'amplitude des variations est assez importante sauf pour *Centrosema* dont la production assez faible s'écarte peu d'un niveau moyen et cela sur les trois stations. Le niveau de production fourragère semble assez étroitement lié aux facteurs climatiques.

Chez les graminées sur les stations d'Adiopodoumé et Gagnoa le cycle annuel comporte un maximum de production en avril-mai correspondant au début de la saison des pluies, une chute brutale en juin-juillet coïncidant avec la grande saison des pluies, enfin une baisse sensible et régulière de novembre à mars qui sont les mois de la grande saison sèche. A Bouaké, le maximum de production est davantage lié aux précipitations et se situe en septembre quand les précipitations sont les plus élevées, résultat déjà trouvé par CADOT et RIVIÈRE (1967).

Chez les légumineuses, il est difficile de déceler un cycle annuel. Seuls les mois de la saison sèche entraînent une diminution de la production ; cette diminution pour *Centrosema pubescens* semble limitée aux deux premiers mois de la saison sèche.

On trouvera dans le tableau III une estimation moyenne de la production de matière sèche des différentes espèces fourragères testées.

TABLEAU III
Nombre de fauches et production des quatre espèces fourragères expérimentées
en kg de matière sèche par hectare et par jour

Adiopodoumé } moyenne sur 20 mois *Bouaké* : moyenne sur 11 mois
Gagnoa }

Plante	Station	Nombre de fauches par an	Kg de matière sèche ha ⁻¹ j ⁻¹	Production moyenne
<i>Panicum maximum</i>	Adiopodoumé	6,8	71,5	74,6
	Gagnoa	7,1	67,2	
	Bouaké	6,6	85,1	
<i>Cynodon sp.</i>	Adiopodoumé	7,0	51,8	56,5
	Gagnoa	7,8	55,1	
	Bouaké	5,4	62,5	
<i>Stylosanthes gracilis</i>	Adiopodoumé	6,4	38,6	36,1
	Gagnoa	6,0	27,1	
	Bouaké	5,4	42,5	
<i>Centrosema pubescens</i>	Adiopodoumé	6,4	16,9	20,7
	Gagnoa	6,4	20,4	
	Bouaké	5,4	24,9	

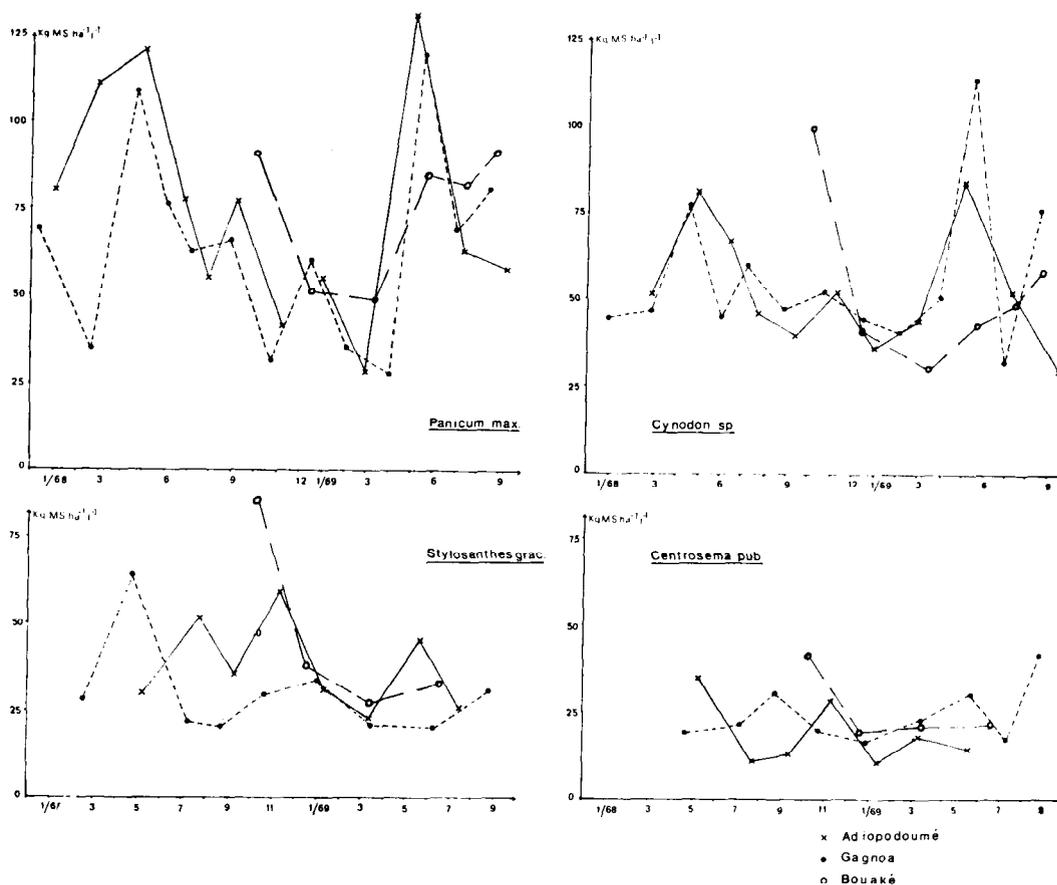


Fig. 2— Evolution dans le temps de la production fourragère de quatre espèces exprimée en kilogramme de matière sèche par hectare et par jour.

3.2. Etude de corrélations.

La production mesurée est une donnée moyenne pour la période de temps séparant deux fauches successives. Elle est exprimée en kilogrammes de matière sèche par hectare et par jour. Les données climatiques moyennes pour les mêmes périodes de temps sont calculées et exprimées en mm par jour. Les données sont regroupées par espèce végétale (voir tableaux en annexe).

3.2.1. Production et précipitations.

Pour la majorité des espèces, il n'apparaît pas de liaison entre la production et les précipitations.

Toutefois, il existe une corrélation positive ($r = 0,52$ significatif pour $P = 0,01$) entre la production de *Cynodon sp.* et les précipitations (fig. 3) si l'on élimine les données correspondant aux précipitations supérieures à 10 mm par jour (station d'Adiopodoumé).

On peut dissocier le cas des légumineuses pour lesquelles la relation supposée d'indépendance peut s'expliquer :

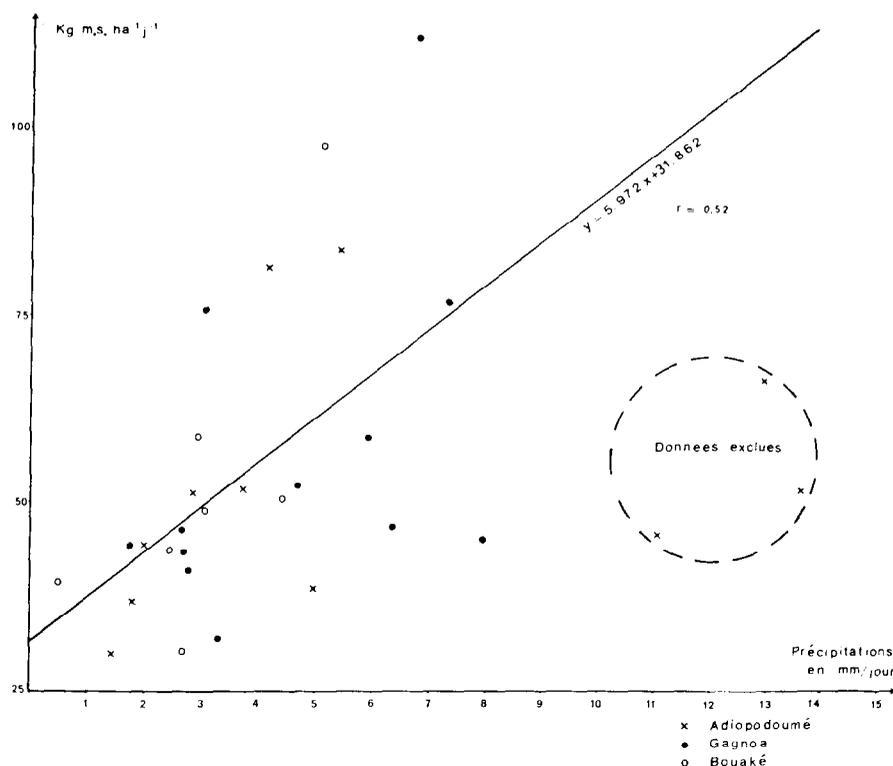


Fig. 3. — Etude de la corrélation production-précipitations chez *Cynodon sp.*

— Par l'existence d'un rythme de croissance plus lent dû en particulier à une surface foliaire plus réduite entraînant une production fluctuant moins autour du niveau moyen. En l'absence de données précises sur la croissance de ces plantes, la valeur relative de ces variations reste difficilement interprétable. Ce rythme de croissance, chez *Stylosanthes gracilis* en particulier, est, de plus, largement influencé par les modalités de la fauche ainsi que l'a montré BOL ALIMA (1969) : l'effet dépressif d'une défoliation commence à se faire sentir à partir d'une exportation de 70% de la masse végétale ;

— Mais aussi par la présence chez ces végétaux d'un système racinaire pivotant et profond leur permettant d'exploiter d'importantes réserves hydriques du sol les affranchissant en partie des contraintes climatiques.

La différence de comportement observée chez les deux graminées étudiées est d'une explication plus délicate et ne peut avoir qu'un caractère hypothétique. Outre une diffusion et régulation hydrique propres à chaque plante, on peut penser au rôle joué par la couverture végétale du sol vis-à-vis des faibles pluies de saison sèche qui ne réalisent que la couche superficielle du sol. Dans un cas, chez *Cynodon*, il y a présence d'un véritable mulch couvrant intégralement le sol et permettant une utilisation maximale des apports en eau pour la transpiration des surfaces végétales. Chez *Panicum*, par contre, le port en touffe couvrant mal le sol ne permet pas de freiner la compétition entre le sol et la plante : cette dernière se trouve sous la dépendance plus directe de l'état des réserves hydriques du sol.

3.2.2. Production et évapotranspiration potentielle.

Si l'on néglige les fortes productions en particulier celles supérieures à 100 kg de matière sèche par hectare et par jour pour *Panicum maximum*, il existe une liaison entre production et ETP (fig. 4). La corrélation, assez étroite chez *Panicum maximum*, ($r = 0,60$ significative pour $P = 0,01$) est négative c'est-à-dire que la production diminue au fur et à mesure que l'ETP augmente. Chez *Cynodon sp.* par contre il semble qu'il y ait indépendance entre la production et les valeurs élevées de l'ETP.

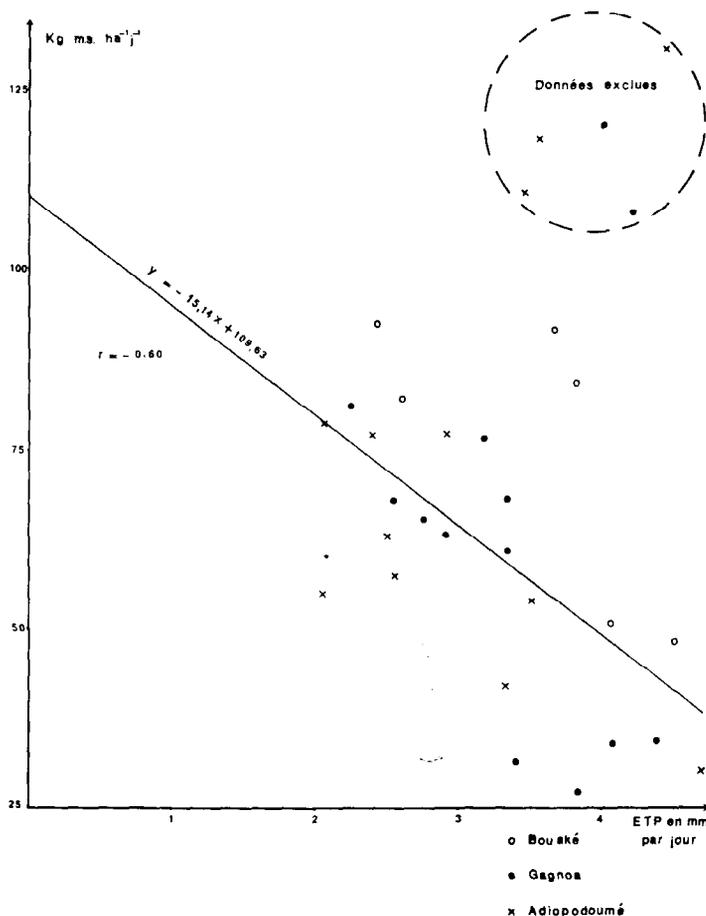


Fig. 4. — Etude de la corrélation production-ETP chez *Panicum maximum*.

La chute de production s'explique par la non satisfaction de la demande climatique (ETP élevée) par l'offre cumulée des précipitations et des réserves hydriques du sol, ce qui entraîne un déficit hydrique chez les végétaux. Il semble d'ailleurs que ce déficit soit assez important pour *Panicum* où l'on note une forte baisse de production quand l'ETP varie de 2,5 à 4,5 mm par jour. Cet arrêt dans la croissance correspond à la période de dessiccation la plus intense des horizons superficiels du sol. Ces derniers qui sont les plus riches en éléments minéraux ne peuvent plus satisfaire les besoins trophiques de la plante.

Les fortes productions sont enregistrées quand les réserves en eau du sol et leur disponibilité pour les plantes sont importantes. Cette situation est celle que l'on rencontre au début de la saison des pluies où le fort taux de croissance des plantes s'explique par la conjonction de facteurs favorables d'ordre climatique (ensoleillement encore important, précipitations déjà abondantes) et d'ordre édaphique (stock important d'éléments minéraux disponibles et état structural convenable).

3.2.3. Recherche d'une liaison plus étroite.

Il semble intéressant d'essayer de faire apparaître le rôle de facteur limitant joué par l'un ou l'autre des facteurs climatiques sur la production et d'améliorer ainsi les liaisons susceptibles d'exister. Dans ce but, le facteur retenu pour l'analyse de corrélation est soit les précipitations si elles sont inférieures en quantité à l'ETP, soit l'ETP si elle est inférieure aux précipitations. Le résultat est une amélioration de la corrélation pour *Cynodon* ($r = 0,58$), toutes les données étant cette fois prises en considération, mais il n'apparaît toujours aucune corrélation pour *Panicum* (fig. 4).

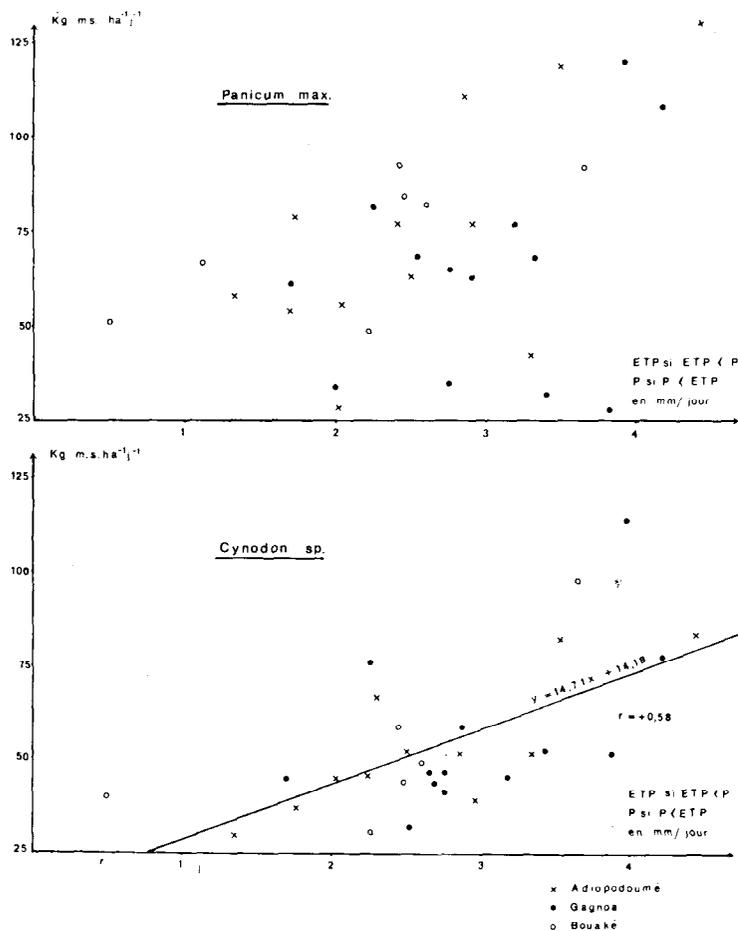


Fig. 5. — Etude de la liaison ETP-Précipitations chez *Panicum maximum* et *Cynodon sp.*

La mise en relation d'une production avec un facteur climatique est donc délicate. La plupart du temps l'action directe du climat est partielle ou n'apparaît pas du tout. La raison en est peut-être qu'un facteur n'intervient jamais seul et que de plus il peut avoir un rôle limitant quand il est excessif. Ce rôle limitant existe quand par exemple :

— Une forte ETP, accélérant la vitesse de dessèchement du sol, modifie en la diminuant la disponibilité des réserves hydriques (BOUCHET, 1965) ;

— Des précipitations élevées peuvent entraîner par drainage d'importantes quantités d'éléments minéraux. De plus, l'engorgement des différents horizons limite la croissance racinaire par défaut d'aération.

4. INTERPRÉTATION A PARTIR DU RÔLE JOUÉ PAR LA RÉSERVE HYDRIQUE DU SOL

L'analyse de l'évapotranspiration d'une culture à partir de facteurs climatiques et surtout de la réserve hydrique du sol a déjà été entreprise notamment par SLATYER (1956) qui analyse l'influence de l'humidité du sol et par MAKING et VAN HEEMST (1956) qui définissent une évapotranspiration réelle fonction de l'évapotranspiration potentielle et du potentiel hydrique du sol.

Les résultats rapportés ici ne concernent que des mesures faites pendant 10 mois sur des jachères fourragères d'un an et demi. On concevra que les interprétations proposées restent encore proches du stade hypothétique.

4.1. Production et évapotranspiration réelle.

Les profils hydriques établis à l'aide de l'humidimètre à neutrons permettent de suivre les variations du stock en eau du sol et d'obtenir à l'aide de bilans hydriques la consommation en eau (traduite en mm) des plantes dans certaines tranches de sol. Pour une profondeur donnée, on a ainsi une estimation de l'évapotranspiration réelle (ETR) des végétaux qui peut être comparée à l'ETP climatique. La prise en considération du rapport $\frac{ETR}{ETP}$ permet de rendre compte de l'influence de l'ETP sur la disponibilité des réserves hydriques (DENMEAD-SHAW, 1962) (DAUDET-LESPINAT, 1968). Les fluctuations de ce rapport traduisent l'état du niveau de satisfaction des besoins hydriques des plantes. L'alimentation hydrique des végétaux est à l'optimum quand ce rapport est égal à 1 et il y a déficit hydrique quand les valeurs de ce rapport deviennent inférieures à 1.

Nous avons noté, pour certaines périodes pendant lesquelles l'évapotranspiration réelle est maximale et où il n'y a pas eu de pertes par drainage, des valeurs d'ETR supérieures à l'ETP. Cela traduit la difficulté rencontrée pour choisir le couvert végétal permettant de mesurer l'ETP. Il semble bien que *Paspalum notatum* puisse sous-estimer cette grandeur climatique sans doute parce que sa surface évaporante est parfois inférieure à celle de la culture étudiée.

Un premier type d'analyse consiste à confronter les valeurs de ce rapport avec celles de la production. Sur la figure 6, on peut constater que les fluctuations de la production enregistrée à Adiopodoumé vont dans le même sens que les variations du rapport $\frac{ETR}{ETP}$ pour la période envisagée (nous n'avons pour l'instant que trop peu de valeurs

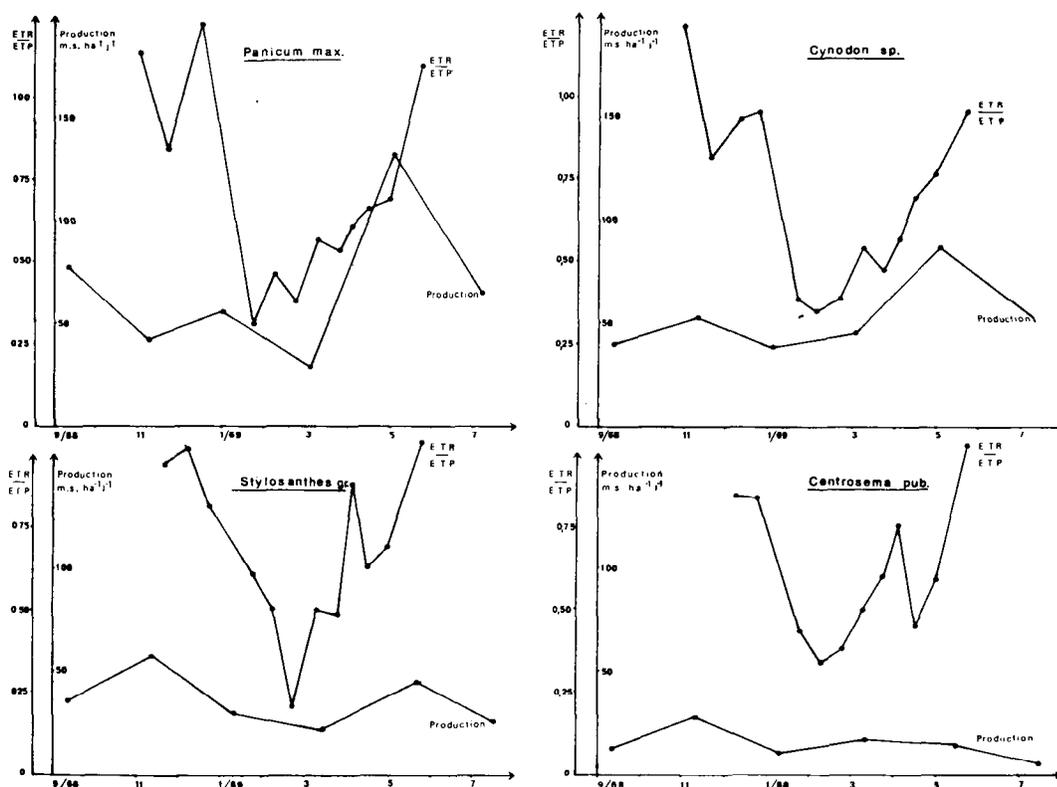


Fig. 6. — Evolution comparée dans le temps de la production et du rapport ETR/ETP chez les quatre espèces étudiées sur la station d'Adiopodoumé.

pour les mettre en corrélation). La chute du rapport $\frac{ETR}{ETP}$ dès le début de la saison sèche s'accompagne d'une diminution de la production, très marquée chez *Panicum* et *Stylosanthes*, plantes pour lesquelles le rapport considéré atteint ses valeurs les plus faibles inférieures à 0,30. Le déficit hydrique diminuant avec les premières pluies en février la production commence aussitôt à s'accroître chez *Cynodon* et *Centrosema* alors qu'il faut attendre mars et avril pour que le niveau de production augmente chez *Panicum* et *Stylosanthes*. A partir de juin, le rapport $\frac{ETR}{ETP}$ théoriquement égal à 1, ne peut rendre compte de la chute de production.

Le phénomène se déroule de façon semblable sur la station de Gagnoa (fig. 7). Néanmoins, le rapport $\frac{ETR}{ETP}$ présente parfois des valeurs proches de 1 en janvier et février qui sont dues à l'existence de pluies relativement importantes mais qui n'entraînent pas une augmentation de la production. Par ailleurs, on notera l'existence de pertes fréquentes par drainage (hors la tranche de sol 0-1 m) ou ruissellement pendant la période de mesure. Ces constatations peuvent servir d'explication au fait que les productions végétales obtenues sur cette station soient en moyenne inférieures à celles mesurées à Adiopodoumé bien que l'analyse globale du sol révèle une potentialité de production supérieure.

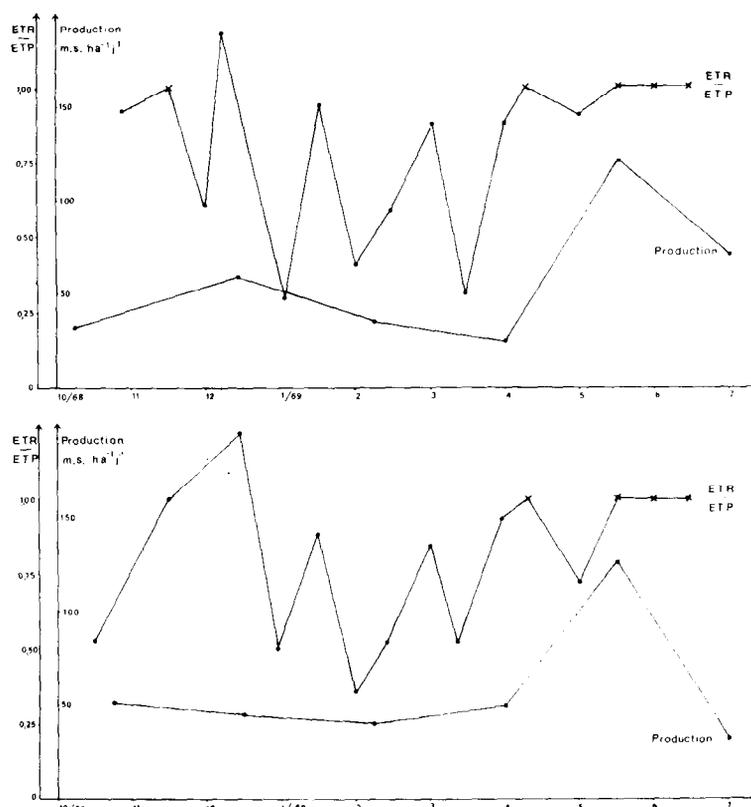


Fig. 7. — Evolution comparée dans le temps de la production et du rapport ETR/ETP chez les deux graminées étudiées sur la station de Gagnoa.

x valeurs pour lesquelles il y a drainage (le rapport ETR/ETP est supposé égal à 1).

4.2. Influence de la disponibilité de la réserve hydrique.

Un deuxième type d'analyse peut consister en l'étude de l'évolution et de la disponibilité du stock en eau du sol et à déterminer son influence sur le déficit hydrique des végétaux expérimentés. L'interprétation à partir de ces données est faite ici pour la seule station d'Adiopodoumé. L'estimation de la réserve en eau du sol se présente comme étant la quantité d'eau présente dans la tranche de sol (0-130 cm), à un instant donné, déduction faite de la quantité d'eau correspondant au profil minimum relevé sur toute la période d'observation (considéré comme la limite inférieure des réserves utilisables). Nous avons considéré que la valeur moyenne des réserves entre deux dates de mesure est donnée par la demi-somme des réserves estimées à ces deux dates.

Sur la figure 8 sont reportées les variations du rapport $\frac{ETR}{ETP}$ en fonction des réserves.

Ce rapport diminue quand le stock d'eau présent dans le sol diminue : le déficit hydrique est donc en relation directe avec les réserves en eau. Il importe cependant de suivre plus en détail ces variations. A cet effet, on a distingué sur le graphique les données obtenues entre octobre et février (sol en voie de dessèchement) de celles obtenues entre mars et juin (sol en voie de réhumidification). L'analyse diffère selon les plantes.

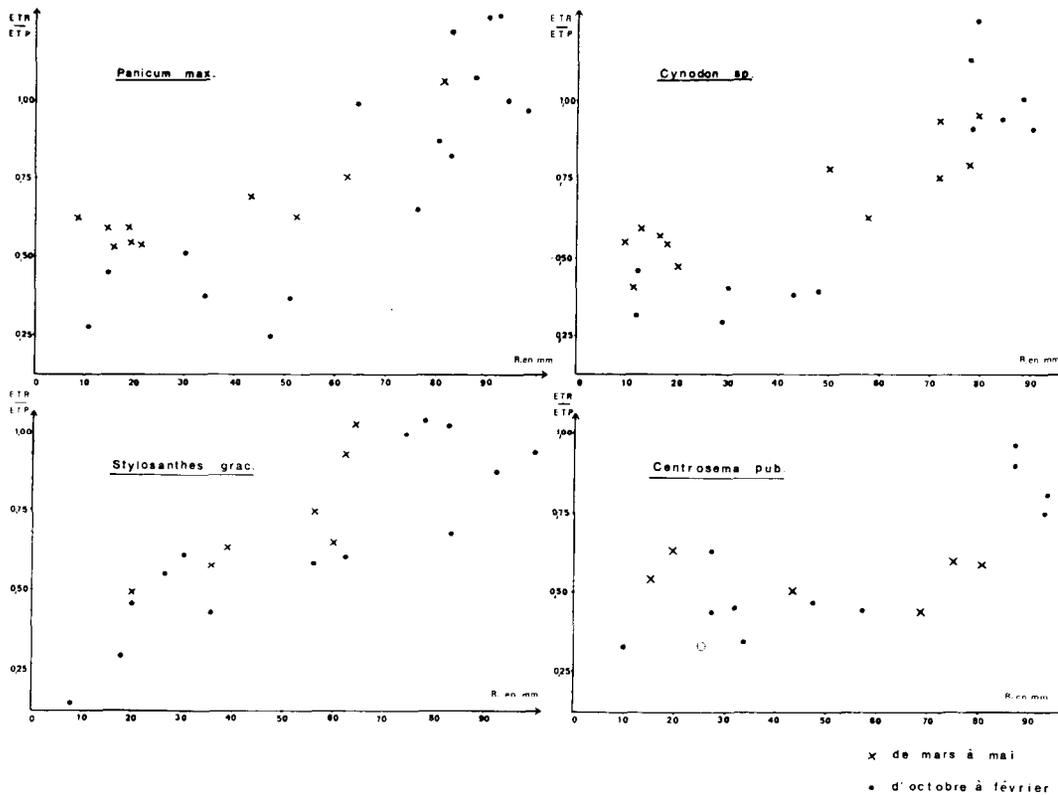


Fig. 8. — Variation du rapport ETR/ETP en fonction du niveau des réserves hydriques du sol chez les quatre espèces étudiées sur la station d'Adiopodoumé

Chez les graminées et notamment chez *Panicum maximum*, on remarque une chute brutale du rapport $\frac{ETR}{ETP}$ qui diminue de 0,80 à 0,35 quand le sol s'assèche et quand les réserves baissent de 80 à 50 mm. Par la suite, ce rapport se maintient à une valeur moyenne égale à 0,40 alors que les réserves diminuent jusqu'à 10 mm. Quand le sol s'humidifie, le rapport $\frac{ETR}{ETP}$ présente des valeurs supérieures aux précédentes pour une même réserve en eau ; il y a donc, à humidité égale, modification de la disponibilité de l'eau du sol.

Ce fait peut s'expliquer par le phénomène d'hystérésis qui se traduit par un potentiel hydrique du sol plus élevé en régime d'assèchement qu'en régime d'humidification. Mais il y a surtout lieu de considérer la répartition de l'eau avec la profondeur pour une même réserve hydrique. En phase de dessèchement du sol, ce sont les horizons profonds, appauvris en éléments minéraux dans lesquels les racines sont peu nombreuses, qui participent à l'alimentation hydrique. En phase de réhumectation, par contre, l'eau utile est localisée dans la zone de densité racinaire maximale et moins désaturée en éléments minéraux. Dans la pratique, on retiendra pour ces plantes des irrigations fréquentes en saison sèche afin de conserver un stock en eau suffisant dans les couches superficielles du sol.

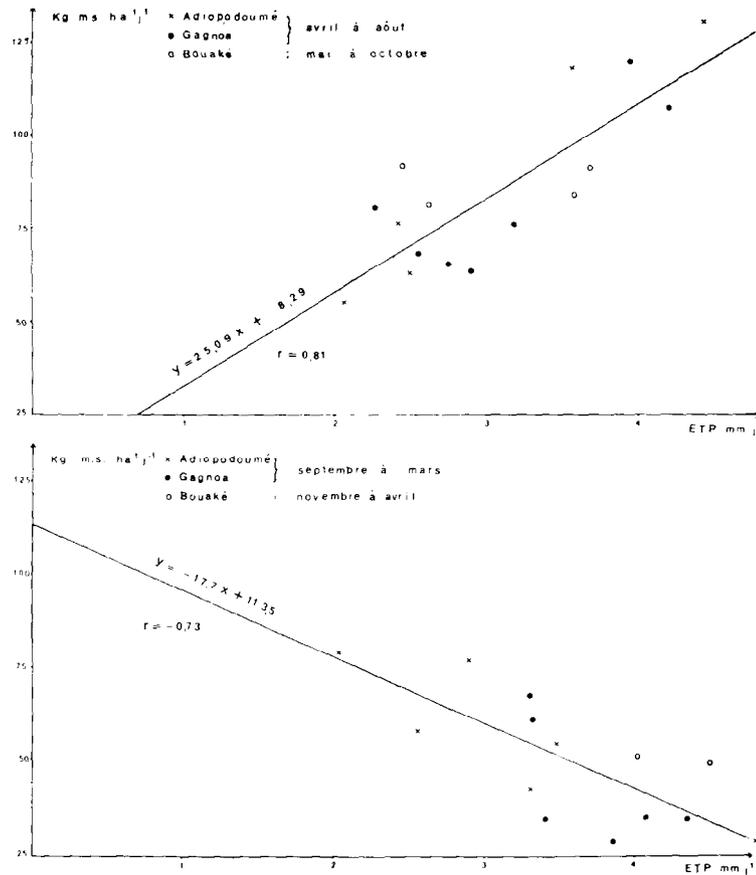


Fig. 9. — Types de corrélation entre production et ETP chez *Panicum maximum* sur les stations d'Adiopodoumé, Bouaké et Gagnoa.

Cette évolution, étroitement liée à l'état de la réserve hydrique du sol, incite à dissocier les résultats expérimentaux pour mieux rendre compte des liaisons. Ainsi dans le cas de *Panicum maximum*, si l'on distingue deux saisons de production il existe une corrélation entre production et ETP pour chacune des saisons (fig. 9). Pour l'une, correspondant au début de la saison des pluies (Adiopodoumé-Gagnoa) et à toute la saison des pluies à Bouaké, la corrélation est positive ($r = + 0,81$) car l'eau du sol est disponible : le facteur limitant est alors l'énergie incidente. Pour l'autre, se situant en fin de saison des pluies et en saison sèche, la corrélation est négative ($r = - 0,73$) en raison du peu de disponibilité de la réserve en eau utile : l'effet est d'autant plus limitant que l'ETP est plus forte. Ces deux tendances apparaissaient déjà sur la figure 4 où certaines données ont été éliminées.

Chez *Stylosanthes*, les variations dans la forme du profil hydrique semblent avoir moins d'importance, les réserves en eau du sol s'épuisent progressivement alors que la corrélation avec $\frac{ETR}{ETP}$ est très forte. On remarque toutefois que le dessèchement est très accentué, entraînant un déficit hydrique élevé pour la tranche de sol considéré.

Chez *Centrosema*, il n'y a pas de liaison entre les réserves en eau du sol et le déficit hydrique. Quel que soit le niveau du stock en eau du sol, qui d'ailleurs ne s'abaisse que très rarement en dessous de 30mm, le rapport $\frac{ETR}{ETP}$ conserve une valeur moyenne faible proche de 0,50. Il s'agit surtout là d'une plante de couverture à croissance réduite et à consommation hydrique faible.

4.3. Efficience de l'eau utilisée.

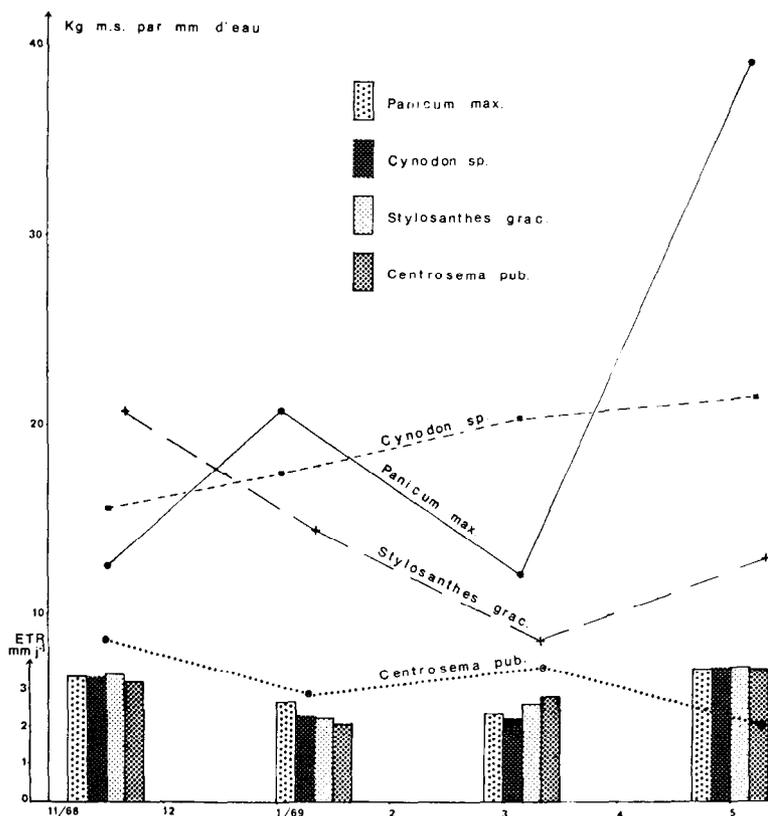


Fig. 10. — Comparaison de l'efficience de l'eau consommée et de l'ETR chez les quatre espèces étudiées à Adiopodoumé.

Sur un dernier graphique (fig. 10) ont été reportées :

— D'une part, la quantité d'eau utilisée par chaque espèce végétale à quatre dates de production de novembre à mai (exprimée par ETR en mm d'eau par jour) ;

— D'autre part, l'efficience de cette eau exprimée en kilogramme de matière sèche produite par mm d'eau consommée.

Les plantes utilisent sensiblement les mêmes quantités d'eau en novembre et en mai au moment où les réserves hydriques du sol sont importantes. En janvier, au début de la saison sèche, on note une consommation assez importante chez *Panicum maximum* qui exploite intensément la plus grande partie des réserves ; au contraire, l'ETR est

plus faible chez les légumineuses. En mars, par contre, les légumineuses consomment davantage d'eau que les graminées sans doute parce qu'elles sont capables d'exploiter plus intensément et de façon progressive les horizons profonds.

Il existe des différences plus marquées pour l'efficacité de l'eau. On assiste à une très nette diminution de cette caractéristique chez *Panicum* et *Stylosanthes* pendant la saison sèche. Pour *Panicum* en particulier, on peut penser que, en régime d'ETP élevée et de déficit hydrique important, l'existence d'une résistance stomatique entraîne une diminution des échanges de CO₂ et par voie de conséquence une diminution de la photosynthèse. Pour *Stylosanthes* qui semble moins affectée par le déficit hydrique sans doute grâce à son type d'enracinement, qui lui permet de consommer encore beaucoup d'eau, la cause de la diminution de l'efficacité de cette eau doit être recherchée dans le fait que les horizons prospectés en profondeur sont particulièrement lessivés et que les besoins trophiques de la plante ne peuvent être satisfaits.

On remarquera, au cours de la saison sèche, les valeurs constantes et assez élevées de l'efficacité de l'eau chez *Cynodon* : c'est la plante qui réussit le mieux à ajuster son évapotranspiration réelle maximale à l'ETP climatique. *Centrosema* aurait un comportement analogue mais à un niveau d'efficacité nettement inférieur : la faiblesse de l'efficacité s'explique là par la vitesse de croissance particulièrement lente de cette espèce.

CONCLUSION

Il est difficile d'établir une relation simple et directe entre une production végétale et un facteur climatique.

D'une façon générale, on peut dire que le niveau de production croît avec les précipitations jusqu'à un certain moment où l'action devient dépressive. Avec l'évapotranspiration potentielle, il y a décroissance de la production au fur et à mesure que l'ETP croît, exception faite pour quelques données où simultanément production végétale et ETP se situent à un haut niveau.

Nous avons pu montrer que la production était dépendante de la consommation en eau quand on exprime cette dernière par le rapport $\frac{ETR}{ETP}$. Ce rapport, dont les variations sont directement liées à l'existence d'un déficit hydrique, semble particulièrement apte à expliquer les fluctuations de la production et à détecter des stades critiques de la croissance végétale.

L'obtention de ce rapport exige la prise en considération du facteur sol qui intervient par la réserve en eau disponible qu'il contient. Cette réserve régularise le bilan « pluie-ETP » en permettant un ajustement de l'offre en eau à la demande climatique.

Pour une même réserve utile, la forme du profil hydrique n'est pas indifférente à l'utilisation de l'eau par les plantes : à égalité de réserve globale, nous avons mesuré une consommation en eau différente entre le début et la fin de la saison sèche.

Enfin, la réserve utilisable doit être définie sur une profondeur d'enracinement variable selon les plantes et mise en rapport avec les types morphologiques d'enracinements.

Les baisses de production en saison sèche, associées à une diminution du coefficient de l'efficacité de l'eau consommée, peuvent s'expliquer :

— Chez *Panicum maximum* par la sensibilité au dessèchement des horizons super-

ficiels qui s'explique avec l'épuisement rapide des réserves hydriques du sol par un système racinaire puissant en surface mais limité en profondeur. On peut penser que la régulation stomatique freine alors la photosynthèse et réduit l'efficacité de l'eau d'autant plus que la couverture du sol n'est pas complète.

— Chez *Stylosanthes gracilis* par la non-satisfaction des besoins trophiques quand l'eau est consommée à partir des horizons profonds.

La non-réduction de l'efficacité de l'eau chez *Cynodon sp.* semble liée au type du couvert végétal particulièrement dense de cette espèce pour laquelle les contraintes dues au déficit hydrique sont moins intenses : la plante se trouve ainsi très fréquemment dans des conditions d'évapotranspiration maximale sans doute assez peu variables tout au long de l'année.

Il conviendrait, pour compléter cette étude, d'avoir une estimation de la production potentielle de chaque espèce en culture irriguée et intensivement fertilisée. Ces données permettraient de mieux situer l'évolution de la production effective sous l'influence de certains facteurs tels que les rythmes de croissance propres à chaque espèce, la quantité d'énergie incidente ou l'excès d'eau.

Le présent article s'est efforcé de mettre en lumière des différences de comportement de quelques plantes fourragères en face de certains facteurs climatiques et d'un certain état de la réserve hydrique du sol. De telles données sont précieuses pour la mise en place de certaines techniques culturales permettant d'amoindrir les effets dépressifs de conditions climatiques défavorables. D'un point de vue pratique ces premiers résultats donnent une première évaluation du niveau de production maximale pouvant être atteint par quatre espèces fourragères tropicales dans le cas où les facteurs climatiques sont les plus déterminants pour la limitation de la production.

Manuscrit reçu septembre 1970

BIBLIOGRAPHIE

- ANONYME — 1967-68-69 — Etude des interactions sol-plante dans le cas des plantes fourragères et de couverture. Protocoles expérimentaux. Addendum n° 1 et 2. Centre O.R.S.T.O.M. d'Adiopodoumé, inédit, 77 p.
- BOL ALIMA (G.) — 1969 — Rapport de stage 2^e année. O.R.S.T.O.M. Centre d'Adiopodoumé (Côte-d'Ivoire). Non publié.
- BOUCHET (R. J.) — 1965 — Rendement des cultures et déficit en eau. *B.T.I.*, 201, 539-551.
- BOUCHET (R. J.), ROBELIN (M.) — 1969 — Evapotranspiration potentielle et réelle. Domaine d'utilisation. Portée pratique. *B.T.I.*, 238, 215-223.
- CADOT (R.), RIVIÈRE (P.) — 1967 — Etude de quelques caractéristiques de la production fourragère en zone tropicale à climat de type guinéen. Centre I.E.M.V.T. de Bouaké-Minankro, inédit, 72 p.
- D'Aoust (J.), TAYLER (R. S.) — 1968 — The interaction between nitrogen and water in the growth of grass swards. I : Dry matter results. *J. agric. Sci. Camb.*, 70, 11-17.
- DAUDET (F. A.), LESPINAT (P. A.) — 1968 — Etude des éléments du bilan hydrique naturel d'une culture et de leurs interactions. Centre O.R.S.T.O.M. d'Adiopodoumé, inédit, 22 p.

- DENMEAD (O. T.), SHAW (R. H.) — 1962 — Availability of soil water to plants as affected by soil moisture content and meteorological conditions. *Agron. J.*, 54 (5), 385-389.
- ELDIN (M.) — 1968 — Nouvelle installation d'enregistrement, précise et économique, de l'évapotranspiration potentielle. *Agron. trop.*, Vol. XXIII, n° 11, 1182-1199.

Etude du reboisement et de protection des sols en République de Côte-d'Ivoire.

1. ELDIN (M.), DAUDET (A.) — 1967 — Notice explicative de la carte climatologique à 1/1 000 000^e. Rapport O.R.S.T.O.M. Centre d'Adiopodoumé, 18 p.
 2. PERRAUD (A.) — 1967 — Notice explicative de l'esquisse pédologique à 1/500 000^e. Rapport O.R.S.T.O.M. Centre d'Adiopodoumé, 93 p.
- GARWOOD (E. A.), WILLIAMS (T. E.) — 1967 — Soil water use and growth of a grass sward. *J. agric. Sci. Camb.*, 68, 281-292.
- GARWOOD (E. A.), WILLIAMS (T. E.) — 1967 — Growth, water use and nutrient uptake from the subsoil by grass sward. *J. agric. Sci. Camb.*, 69, 125-130.
- JONES (M.) — 1966 — In DAVIES (W.), SKIDMORE (C. L.). Tropical pastures. Faber and Faber limited. London, 199-201.
- LOW (A. J.), ARMITAGE (E. R.) — 1959 — Irrigation of grassland. *Outlook on Agriculture*, 2, 213-218.
- MAKING (G. F.), VAN HEEMST (H. D. J.) — 1956 — The actual evapotranspiration as a function of the potential evapotranspiration and the soil moisture tension. *Netherl. J. agric. Sci.*, 4, 67-72.
- MERIAUX (S.) — 1966 — Interaction de l'azote et des facteurs climatiques sur la production de matière sèche de *Dactylis glomerata*. *C. R. Acad. Sci.*, Paris, 263 D (19), 1387-1390.
- PENMAN (H. L.) — 1956 — Weather and water in the growth of grass in « the growth of leaves ». Ed. F. L. Milthorpe, Butterworth, London, 170-177.
- PENMAN (H. L.) — 1962 — Woburn irrigation, 1951-1959. II. Results for grass. *J. agric. Sci.*, 58, 349-364.
- RICHARDS (L. A.), WADLEIGH (C. H.) — 1952 — Soil water and plant growth. In « Soil physical conditions and plant growth ». Ed. B. T. Shaw, Academic Press N. Y., 73-251.
- ROBELIN (M.) — 1969 — L'alimentation en eau des plantes fourragères. *Fourrages*, 38, 30-40.
- SALTER (J. P.), GOODE (J. E.) — 1967 — Crop responses to water at different stages of growth. *Res. rev.*, n° 2, C.A.B. 246 p.
- SLATYER (R. O.) — 1956 — Evapotranspiration in relation to soil moisture. *Netherl. J. agric. Sci.*, 4, 73-76.
- TALINEAU (J. C.), LESPINAT (P. A.) — 1968 — Utilisation des réserves hydriques du sol en saison sèche par quelques plantes fourragères. Centre O.R.S.T.O.M. d'Adiopodoumé, inédit, 26 p.
- TURC (L.) — 1961 — Evaluation des besoins en eau d'irrigation, évapotranspiration potentielle. *Ann. agron.*, 12 (1), 13-49.

- WATKINS (J. M.), LEWY-VAN-SEVEREN (M.) — 1951 — Effect of frequency of height of cutting on the yield, stand and protein content of some forages in El Salvador. *Agron. J.*, 43, 291-296.
- WHYTE (R. O.), MOIR (T. R. G.), COOPER (J. P.) — 1959 — Grasses in agriculture. F.A.O., Rome, 485 p.
- WILLIAMS (T. E.), STILES (W.), TURNER (P. J.) — 1963 — Grassland irrigation. *Exper. Progr.*, 15, being A. R. Grassl. Res. Inst. Hurley 1961-1962, 41-43.

ANNEXE
RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX

TABLEAU IV

Adiopodoumé : Production moyenne (*Cynodon sp.* et *Panicum maximum*)
Données climatiques moyennes (précipitations, ETP)

Dates de fauche	Temps de repos entre deux fauches (jours)	Date médiane entre deux fauches	Production moyenne en kg de matière sèche/ha/jour		Précipitation moyenne en mm/jour	ETP moyenne calculée en mm/jour
			<i>Cynodon</i>	<i>Panicum</i>		
12.12.67/24.1.68	43	2.1.68	—	78,1	1,72	2,04
24.1.68/5.4.68	72	1.3.68	51,4	110,3	2,85	3,43
5.4.68/27.5.68	52	1.5.68	81,7	118,2	4,11	3,53
27.5.68/28.6.68	32	12.6.68	67,2	—	12,40	2,31
27.5.68/11.7.68	45	18.6.68	—	76,9	12,90	2,39
28.6.68/14.8.68	47	27.7.68	46,2	—	11,96	2,20
11.7.68/14.8.68	34	28.7.68	—	55,2	11,0	2,04
14.8.68/9.10.68	56	11.9.68	39,0	77,0	4,94	2,92
9.10.68/11.12.68	63	10.11.68	52,0	42,0	3,67	3,32
11.12.68/24.1.69	44	2.1.69	37,0	54,0	1,77	3,48
24.1.69/9.4.69	75	2.3.69	44,0	28,0	2,03	4,82
9.4.69/27.5.69	48	3.5.69	84,0	131,0	5,35	4,41
27.5.69/18.8.69	83	8.7.69	52,0	63,0	13,70	2,49
18.8.69/7.10.69	50	12.9.69	30,0	57,7	1,35	2,56

TABLEAU V

Adiopodoumé : Production moyenne (*Centrosema pubescens* et *Stylosanthes gracilis*)
Données climatiques moyennes (précipitations, ETP)

Dates de fauche	Temps de repos entre deux fauches (jours)	Date médiane entre deux fauches	Production moyenne en kg de matière sèche/ha/jour		Précipitation moyenne en mm/jour	ETP moyenne calculée en mm/jour
			<i>Centrosema</i>	<i>Stylosanthes</i>		
5.4.68/28.6.68	62	6.5.68	35,3	30,2	9,65	4,29
28.6.68/14.8.68	47	21.7.68	11,4	51,3	12,20	2,20
14.8.68/9.10.68	56	11.9.68	13,0	36,0	4,94	2,92
9.10.68/11.12.68	63	10.11.68	28,0	58,4	3,67	3,32
11.12.68/11.2.69	62	11.1.69	11,0	31,0	1,26	3,72
11.2.69/9.4.69	57	11.3.69	18,0	22,0	2,66	4,97
9.4.69/9.6.69	61	19.5.69	14,0	45,0	7,92	4,16
9.6.69/18.8.69	70	14.7.69	4,0	26,0	12,9	3,28

TABLEAU VI

Gagnoa : Production moyenne (*Cynodon sp.* et *Panicum maximum*)
Données climatiques moyennes (précipitations ETP)

Dates de fauche	Temps de repos entre deux fauches (jours)	Date médiane entre deux fauches	Production moyenne en kg de matière sèche/ha/jour		Précipitation moyenne en mm/jour	ETP moyenne calculée en mm/jour
			<i>Cynodon</i>	<i>Panicum</i>		
7.11.67/10.1.68	64	9.12.67	—	67,9	3,86	3,33
28.11.67/30.1.68	63	29.12.67	43,7	—	2,68	3,49
10.1.68/26.3.68	76	17.2.68	—	34,3	2,00	4,08
30.1.68/26.3.68	56	26.2.68	46,5	—	2,64	4,19
26.3.68/14.5.68	49	19.4.68	77,3	107,9	6,93	4,18
14.5.68/17.6.68	34	1.6.68	45,5	76,5	7,92	3,17
17.6.68/23.7.68	36	5.7.68	59,2	63,3	5,88	2,89
23.7.68/20.9.68	59	28.8.68	47,2	65,4	6,32	2,75
20.9.68/26.11.68	67	23.10.68	52,5	32,0	4,66	3,41
26.11.68/7.1.69	42	17.12.68	44,7	60,8	1,70	3,33
7.1.69/10.3.69	62	7.2.69	41,3	34,4	2,74	4,37
10.3.69/22.4.69	43	31.3.69	50,8	27,5	4,36	3,85
22.4.69/3.6.69	42	15.5.69	114,0	120,0	6,68	3,93
3.6.69/22.7.69	49	28.6.69	32,0	68,3	3,31	2,54
22.7.69/9.9.69	49	16.8.69	75,9	81,4	3,03	2,25

TABLEAU VII

Gagnoa : Production moyenne (*Centrosema pubescens* et *Stylosanthes gracilis*)
Données climatiques moyennes (précipitations, ETP)

Dates de fauche	Temps de repos entre deux fauches (jours)	Date médiane entre deux fauches	Production moyenne en kg de matière sèche/ha/jour		Précipitation moyenne en mm/jour	ETP moyenne calculée en mm/jour
			<i>Centrosema</i>	<i>Stylosanthes</i>		
9.1.68/16.3.68	77	16.2.68	—	27,9	2,00	4,07
26.3.68/17.6.68	83	21.4.68	19,0	62,9	7,35	3,76
17.6.68/24.7.68	37	5.7.68	21,5	21,8	5,88	2,90
24.7.68/20.9.68	58	22.8.68	29,9	19,7	6,32	2,80
20.9.68/26.11.68	67	23.10.68	19,6	29,7	4,66	3,41
26.11.68/31.1.69	66	29.12.68	16,7	24,0	1,62	3,58
31.1.69/22.4.69	81	12.3.69	22,7	21,7	3,97	3,56
22.4.69/17.6.69	56	20.5.69	30,2	—	6,62	3,65
17.6.69/22.7.69	35	5.7.69	18,5	—	2,05	2,43
22.4.69/22.7.69	91	6.6.69	—	20,0	4,86	3,18
22.7.69/30.9.69	70	26.8.69	42,0	30,6	3,18	2,52

TABLEAU VIII

Bouaké : Production moyenne (*Cynodon sp.* et *Panicum maximum*)
Données climatiques moyennes (précipitations, ETP)

Dates de fauche	Temps de repos entre deux fauches (jours)	Date médiane entre deux fauches	Production moyenne en kg de matière sèche/ha/jour		Précipitation moyenne en mm/jour	ETP moyenne calculée en mm/jour
			<i>Cynodon</i>	<i>Panicum</i>		
30.8.68/6.11.68	68	3.10.68	98,0	91,4	5,07	3,65
6.11.68/23.1.69	78	15.12.68	39,5	51,1	0,49	4,04
23.1.69/2.5.69	99	13.3.69	30,4	48,6	2,26	4,49
2.5.69/19.6.69	48	25.5.69	43,7	84,4	2,44	3,78
19.6.69/10.8.69	52	15.7.69	49,1	81,9	3,07	2,61
10.8.69/11.9.69	32	21.8.69	59,0	92,4	2,93	2,42

TABLEAU IX

Bouaké : Production moyenne (*Centrosema pubescens* et *Stylosanthes gracilis*)
Données climatiques moyennes (précipitations, ETP)

Dates de fauche	Temps de repos entre deux fauches (jours)	Date médiane entre deux fauches	Production moyenne en kg de matière sèche/ha/jour		Précipitation moyenne en mm/jour	ETP moyenne calculée en mm/jour
			<i>Centrosema</i>	<i>Stylosanthes</i>		
30.8.68/6.11.68	68	3.10.68	41,1	84,6	5,07	3,65
6.11.68/23.1.69	78	15.12.68	18,9	38,5	0,49	4,04
23.1.69/2.5.69	99	13.3.69	21,1	27,1	2,26	4,49
2.5.69/10.8.69	100	19.6.69	22,0	31,8	2,44	3,17