OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE D'ADIOPODOUME

Laboratoire d'Agronomie

Programme d'étude des interactions Sol - Plantes fourragères

2331.10 Profils racinaires de la Station de Bouaké

Résultats - Premières interprétations.

D. Picard , B. Bonzon,

avec la collaboration technique de E. Bonnin.

Juin 1973.

ERRATUM

1)- Texte

p.2	lig.6	lire "...BUI-HUU-TRI...", id.p.25,lig.9.
p.2	lig.9	lire "...LAUDELOUT...", id.p.19,lig.1,13 et 20 ; p.20, lig.6 et 12 ; p.21, lig.19 ; p.24, lig.23 ; p.26, lig.8 ; p.26, lig.12.
p.3	lig.2	lire "... l'ensemble de ce programme... "
p.4	lig.6	lire "...(BONZON et PICARD, 1969 ; PICARD,... "
	lig.10	lire "... au-delà de 20 à 25 cm... "
	lig.14	lire "... en un échantillon unique..."
	lig.19	lire " le poids de matière sèche... "
	lig.34	lire "...en mg pour 100 g de terre ; "
	lig.36	lire "... 100 g de terre ; la surface... "
	lig.38	lire "... 100 g de terre ; enfin... "
p.5	lig.15	lire "...soit 2,8 $t.ha^{-1}$)... "
	lig.26	lire "... sondage (fig.5 et 6),... "
p.7	lig.7	lire "... s'explique par le fait... "
p.10	lig.1	lire " (suite de la page 9) "
p.11	lig.3	lire "... soit de 2,4 à 3,6 $ha.ha^{-1}$,... "
	lig.23	lire "... quel que soit... "
p.12	lig.10	lire "... toujours plus faible pour N.F.... "
	lig.16	lire "... pivots P' (fig.13) sont... "
	lig.28	lire "... atteint un an... "
	lig.32	lire "... o-65 cm masque des différences importantes dans l'évolution... "
p.14	lig.11	lire "... le poids de matière sèche P' des racines."
p.18	lig.7	lire "... BRAY, HACKER et BYTH... ".
	lig.8	lire "... luzerne et Setaria anceps. "
	lig.17	lire " CHANDAPILLAI (1968) note, lui aussi,... "
	lig.18	lire "... Pueraria phaseoloïdes... "
	lig.33	lire "... VILLARES, BECKER et TUNDISI... "
	lig.34	lire "... Sao-Paulo... "
p.20	lig.2	lire "... à grands écartements. Chandapillai... "
	lig.36	lire " Le comportement... "
p.21	lig.4	lire "...ni dans le cas... "
	lig.21	lire "...CHATTERJEE... ", id. p.26, lig.32
p.22	lig.7	lire "... très grands), à deux causes."
p.23	lig.26	lire "... sont mortes, rapide,... "

p.25 lig. 27 lire "... sativa."

lig. 30 lire "... root growth... "

lig. 33 lire " Cynodon... "

2)- Figures

Figure 12 : dernière ligne de légende, lire : " C : moyenne des différents sites pour les horizons 10 à 65 cm."

Figure 13 : lire " Poids de matière sèche des racines pivotantes ramené en tonnes à l'hectare dans l'horizon 0-65 cm.

Figure 19 : comme fig.13

Figure 20 : remplacer la figure par la nouvelle figure ci-jointe.

A V A N T - P R O P O S

Le présent rapport s'insère dans le plan général de présentation des résultats du programme d'étude des interactions Sol - plantes fourragères en zone tropicale humide mentionné ci-dessous.

1 - Test préliminaire : avant - culture de maïs.

2 - Phase fourragère.

21 - Présentation du milieu.

22 - Caractéristiques plantes.

221 - Parties aériennes.

⋮

222 - Chaumes et litières

⋮

223 - Enracinements

2231. Profils racinaires

2232. Immobilisations minérales

23 - Caractéristiques Sols.

⋮

3 - Arrières-effets.

Son but est essentiellement de présenter les résultats des études d'enracinement effectuées à la Station de Bouaké, avec la collaboration de l'I E M V T, que nous tenons à remercier ici vivement (1).

---

(1) Ce programme a fait l'objet d'une convention entre l'I.E.M.V.T. et l'O R S T O M, l'I E M V T prenant à sa charge l'entretien de l'expérimentation, l'O R S T O M, les prélèvements d'échantillons sur le terrain, les analyses et mesures de laboratoires.

La discussion n'est qu'amorcée, d'abord parce que les données étudiées ici n'ont pas encore été analysées statistiquement, ensuite parce qu'elles doivent être confrontées avec d'autres, qui ne sont pas encore disponibles.

Il a cependant été jugé utile de ne pas en différer la publication dès lorsqu'elles sont disponibles et présentables sous forme élaborée. D'autre part, un premier essai d'interprétation permettra de préciser sur quels paramètres faire porter l'analyse statistique et de donner un premier écheveau de fils conducteurs pour l'interprétation d'ensemble.

Il a de même semblé préférable de présenter l'ensemble des résultats, de façon que ce document soit utilisable par tous ceux qui participent au programme, pour l'interprétation de leurs propres données. La conséquence en est une certaine lourdeur de présentation, un déséquilibre entre la masse des données et la discussion qui les accompagne.

Tout ceci fait de ce rapport un simple document de travail destiné à être complété au fur et à mesure de l'avancement des dépouillements.

S O M M A I R E

Page

1 - Introduction..... 2

2 - Rappel du protocole expérimental..... 3

3 - Résultats..... 5

31 - Panicum maximum..... 5

32 - Cynodon aethiopicus..... 8

33 - Stylosanthes guyanensis..... 12

34 - Centrosema pubescens 14

4 - Discussion..... 16

41 - Considérations générales..... 16

42 - Effets des traitements..... 16

43 - Gradients observés..... 17

44 - Evolution des masses racinaires..... 18

5 - Premières Conclusions..... 23

Bibliographie..... 24

1 - Introduction.

L'étude de l'évolution du sol sous prairie artificielle a été rarement tentée de façon analytique en zone tropicale humide.

En zone tempérée, les mécanismes de cette évolution commencent à être bien connus, le rôle important joué par les racines mis en relief (MONNIER, 1965 ; BUI-HUN-TRI, 1968).

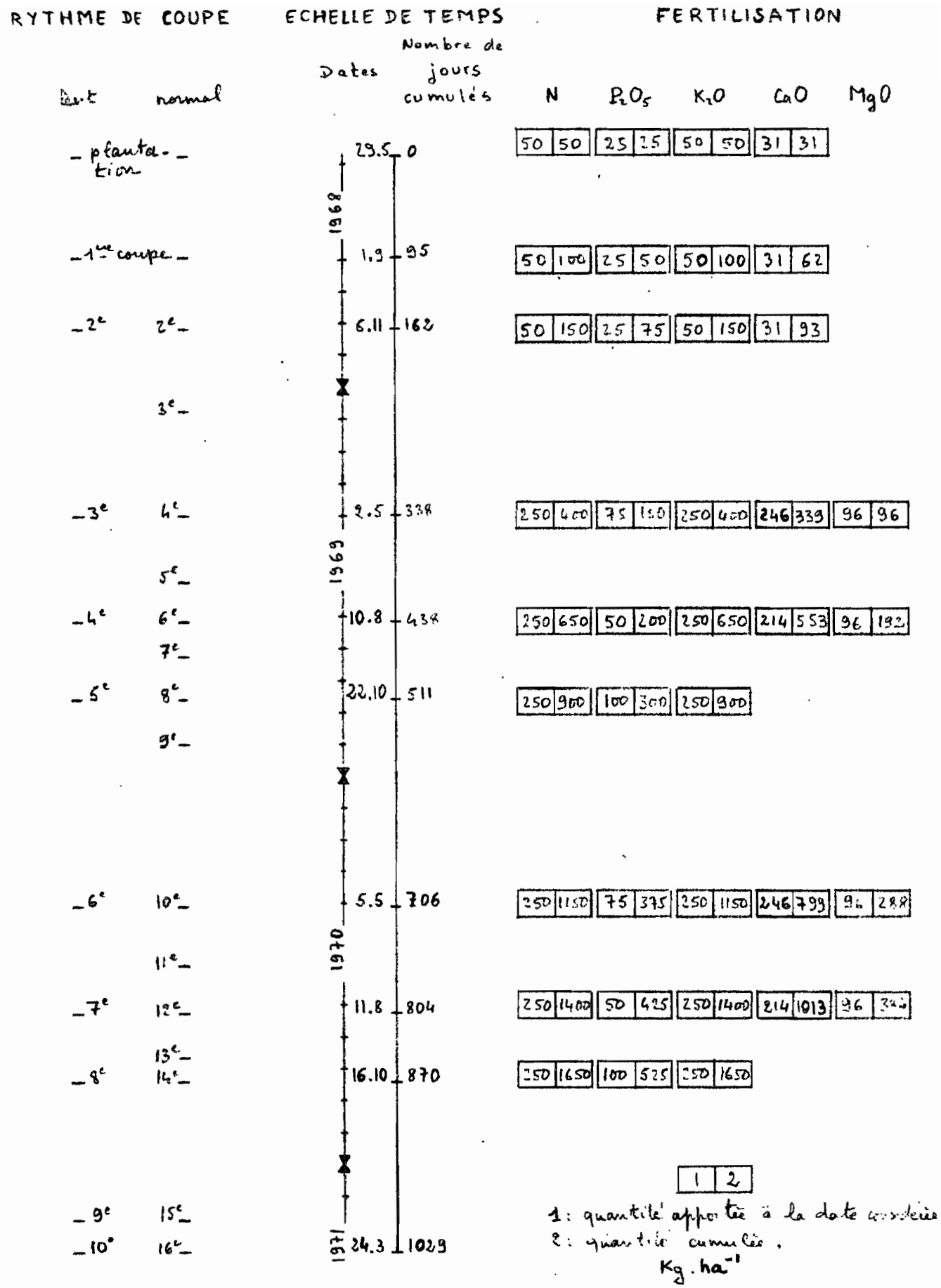
En Afrique tropicale sèche, les travaux récents de CHARREAU et NICOU (1971) apportent un certain nombre d'éléments.

En Afrique tropicale humide, les études de LANDELOUT (1962) et NYE et GREENLAND (1960) ont porté essentiellement sur la jachère naturelle. La jachère artificielle, à base de graminées ou de légumineuses, n'est étudiée qu'à titre de comparaison.

Dans l'ensemble, les données restent rares, ce qui explique les difficultés rencontrées pour interpréter les arrières-effets de ces jachères.

En particulier, les masses de racines que l'on peut trouver sous jachère ou prairie artificielles à un instant donné sont peu connues.

Les profils racinaires de quatre plantes fourragères, établis à Bouaké 3 fois par an pendant 3 ans, permettent d'apporter une première réponse à ce problème.



RYTHME DE COUPE		ECHELLE DE TEMPS		FERTILISATION									
Lent	normal	Dates	Nombre de jours cumulés	N		P_2O_5		K_2O		CaO		MgO	
plantation		29.5	0	50	50	25	25	50	50	31	31		
1ère coupe		1.9	95	50	100	25	50	50	100	31	62		
2e	2e	6.11	162	50	150	25	75	50	150	31	93		
	3e												
3e	4e	2.5	338	250	400	75	150	250	400	246	339	96	96
	5e												
4e	6e	10.8	438	250	650	50	200	250	650	214	553	96	192
	7e												
5e	8e	22.10	511	250	900	100	300	250	900				
	9e												
6e	10e	5.5	706	250	1150	75	375	250	1150	246	799	96	288
	11e												
7e	12e	11.8	804	250	1400	50	425	250	1400	214	1013	96	[illegible]
	13e												
8e	14e	16.10	870	250	1650	100	525	250	1650				
9e	15e												
10e	16e	24.3	1029										

1968 — 1969 — 1970 — 1971

1	2

1 : quantité apportée à la date considérée,
2 : quantité cumulée.
$Kg.ha^{-1}$

Figure 1 : Graminées - Bouraké.

Date des coupes et fertilisation en fonction du temps.

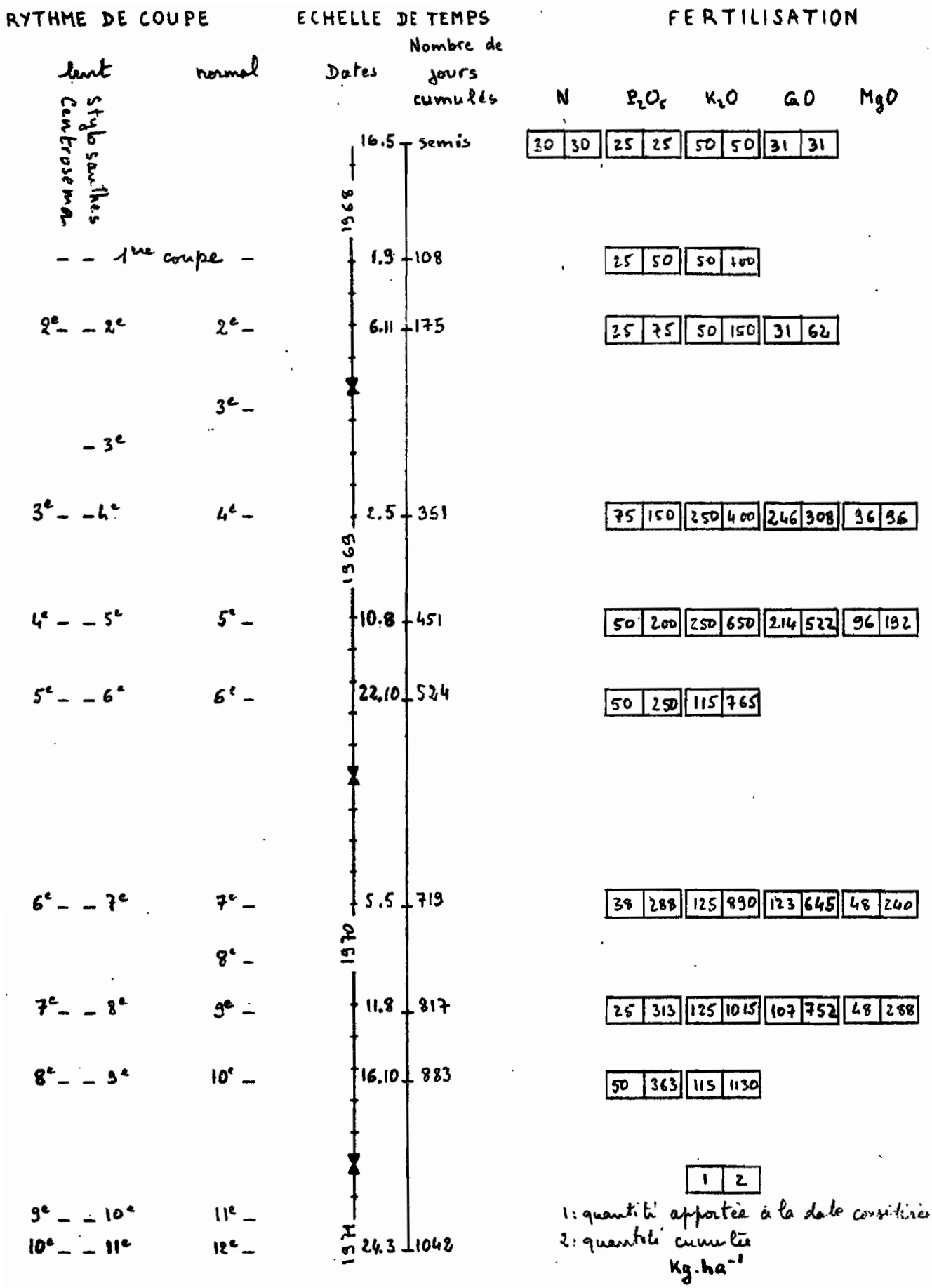


Figure 2 : Légumineuses - Bouaké -

Date des coupes et fertilisation en fonction du temps.

2 - Rappel de protocole expérimental.

Le protocole expérimental de l'ensemble de ce programme a été présenté de façon détaillée par ailleurs (ANONYME, 1967, 1968, 1969).

Seuls sont rappelés ici les éléments indispensables à la compréhension de la suite.

Le dispositif expérimental est un essai factoriel 2^4 à 2 répétitions.

- { graminée / légumineuse
  - { port en touffe / port rampant
    - { fertilisé / non fertilisé
      - { fauché régulièrement / fauché 3 fois par an.

Les quatre plantes étudiées sont :

	Port dressé	Port rampant
Graminées	Panicum maximum G 23 (1)	Cynodon aethiopicus
Légumineuses	Stylosanthes guyanensis	Centrosema pubescens

Les combinaisons des traitements de fauche et de fertilisation sont désignées ainsi :

	Fauche 3 fois par an	Fauche régulière
Fertilisation nulle	L O	N O
Fertilisation au niveau des exportations	L F	N F

Les figures 1 et 2 résument les dates de coupe et les fumures apportées.

Méthode utilisée pour suivre l'évolution des profils racinaires.

Trois fois par an, après les fauches communes à tous

---

(1) Clône introduit en Côte d'Ivoire et sélectionné par le laboratoire de Génétique de l'O R S T O M à Adiopodoumé.

les traitements, on a procédé à des prélèvements par carottage pour mesurer les quantités de racines selon une méthode déjà décrite (BONZON et PICARD, 1969).

Les prélèvements ont été effectués dans 4 horizons : 0-10 cm, 10 - 25, 25 - 45 et 45 - 65 cm.

Des résultats antérieurs (BONZON et PICARD, 1969 , PICARD 1969) ayant montré qu'il existait des variations importantes entre quantités de racines sous les touffes et quantités entre les touffes dans les horizons superficiels - les différences disparaîssent au-delà de 20 à 25 cm - on a distingué, dans 0 - 10 et 10 - 25 cm, 3 positions ou sites de sondage : sous une touffe, entre 2 touffes sur la ligne et entre 4 touffes.

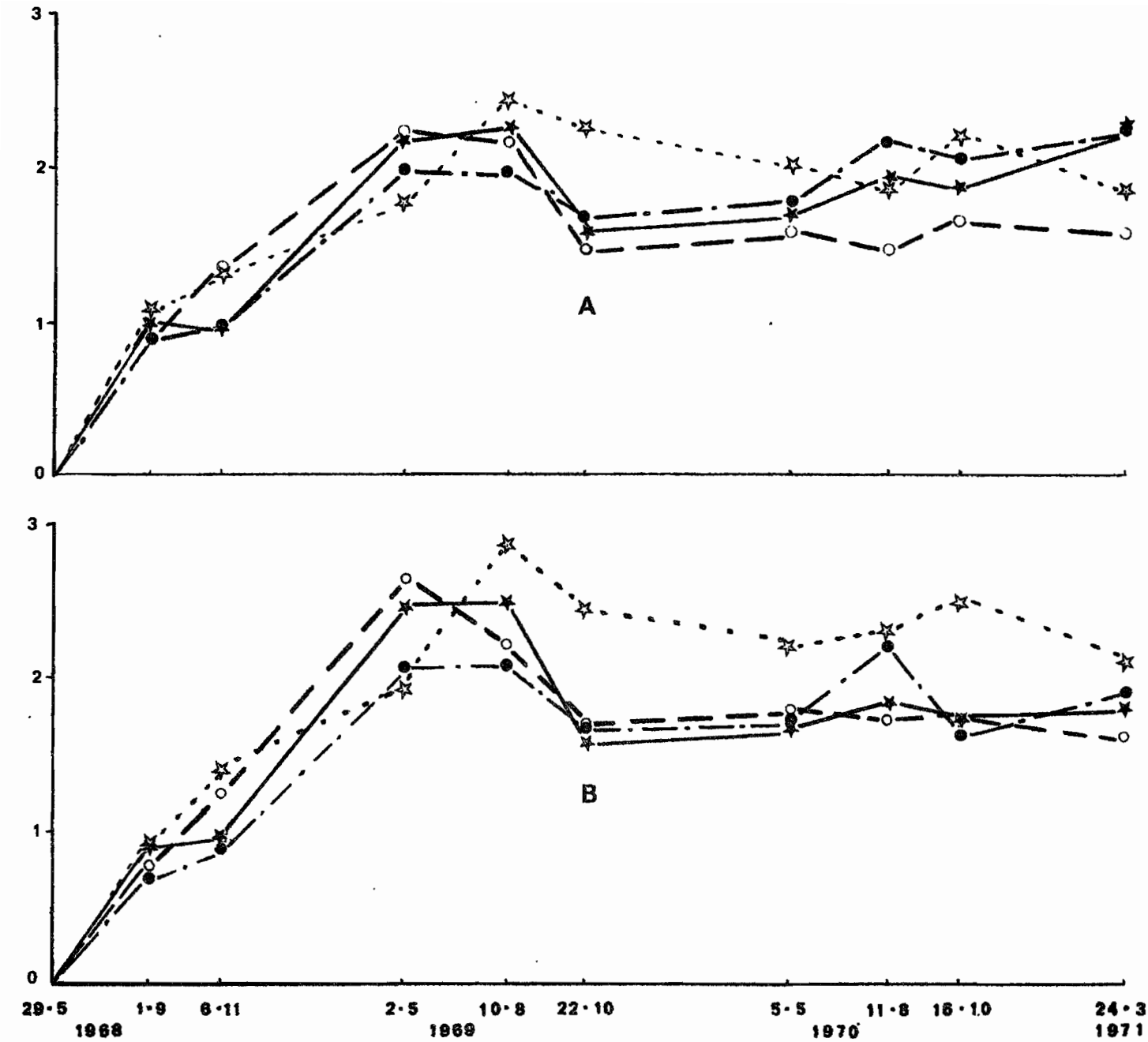
On a prélevé 5 carottes par parcelle pour chaque position de sondage qu'on a regroupées en échantillon unique.

Pour chaque échantillon on a mesuré :

- le poids de la carotte sèche,
- le poids de gravillons et cailloux (refus au tamis de 2 mm),
- le poids de matières sèches des racines P,
- leur surface diamétrale S.

Pour les légumineuses et pour les échantillons prélevés sur la touffe renfermant les pivots, on a séparé les fragments de racines de diamètre supérieur à 2 mm des autres, on les a regroupés en un échantillon unique sur 0 - 25 cm et on a mesuré un poids sec (la mesure de surface ne présente plus le même intérêt). Le sous-échantillon s'est avéré ne renfermer pour l'essentiel que des pivots et les attaches des grosses secondaires. On le désignera simplement sous le nom de pivots dans la suite.

Les résultats ayant montré qu'il y avait peu de différences entre les valeurs de P et de S entre 2 touffes et entre 4 touffes, ces deux valeurs ont été confondues dans la présentation des résultats faite à partir de 4 paramètres : le poids de matière sèche des racines P en fonction du poids de terre total (gravillons et cailloux inclus), P au mg pour 100 g de terre, pour les légumineuses, le poids de matière sèche des pivots en fonction du poids de terre totale, P', en mg pour 100 g de terre, la surface diamétrale des racines en fonction du poids de terre totale, S, en cm^2 pour 100 g de terre, enfin le quotient racinaire $QR = P.S^{-1}$, en mg/ cm^2.



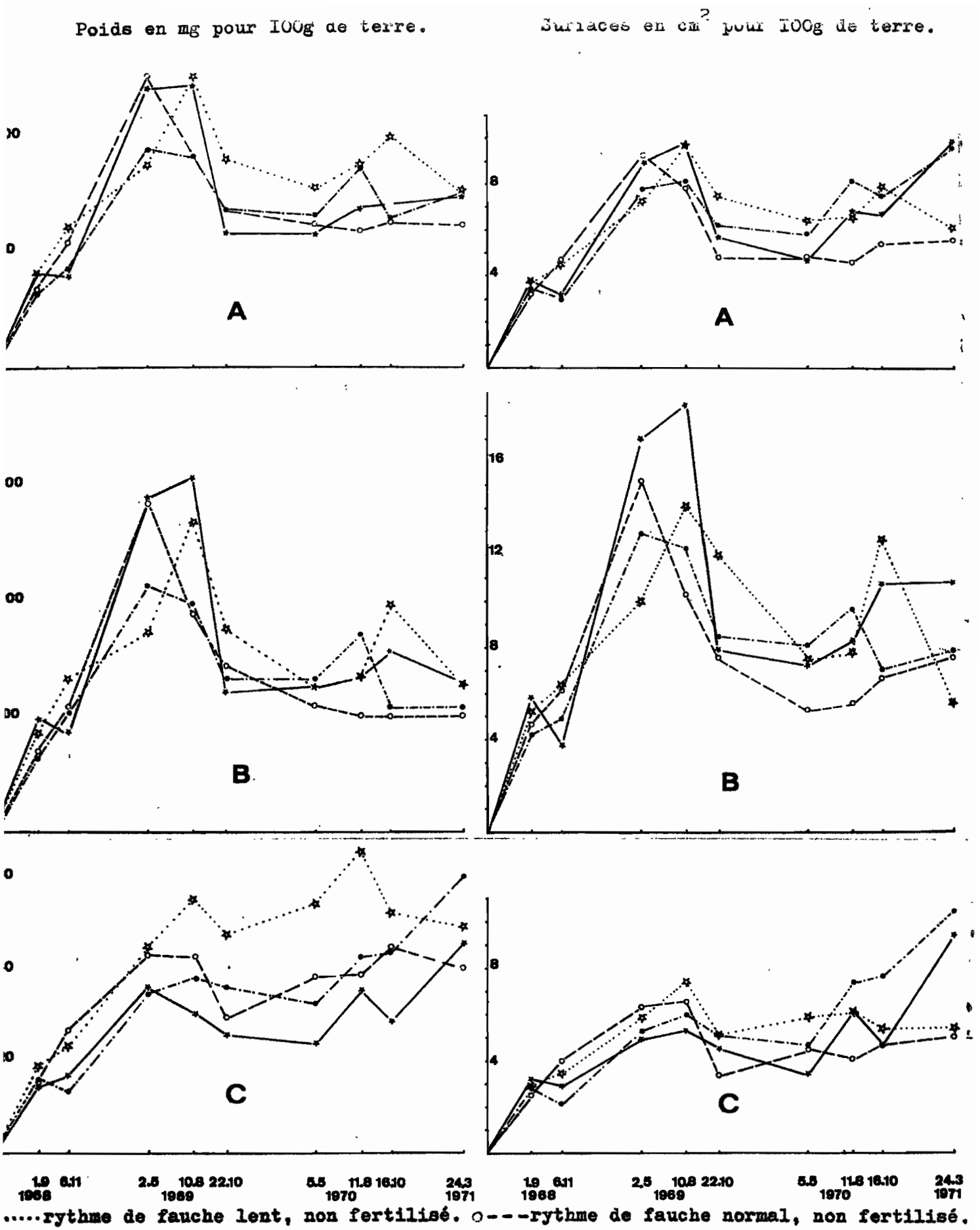
⁂····· rythme de fauche lent, non fertilisé. ○- - -rythme de fauche normal, non fertilisé.

⁂—— rythme de fauche lent, fertilisé. ●—·—rythme de fauche normal, fertilisé.

POIDS DE MATIERE SECHE ET SURFACE DIAMETRALE DES RACINES A L'HECTARE, SUR L'ENSEMBLE DU PROFIL 0 - 65 cm.

A : Surface diamétrale des racines en ha . ha^{-I}. B : Poids des racines en t . ha^{-I}.

Figure 3 : PANICUM MAXIMUM



·····rythme de fauche lent, non fertilisé. o- - -rythme de fauche normal, non fertilisé.

——rythme de fauche lent, fertilisé. •—·—rythme de fauche normal, fertilisé.

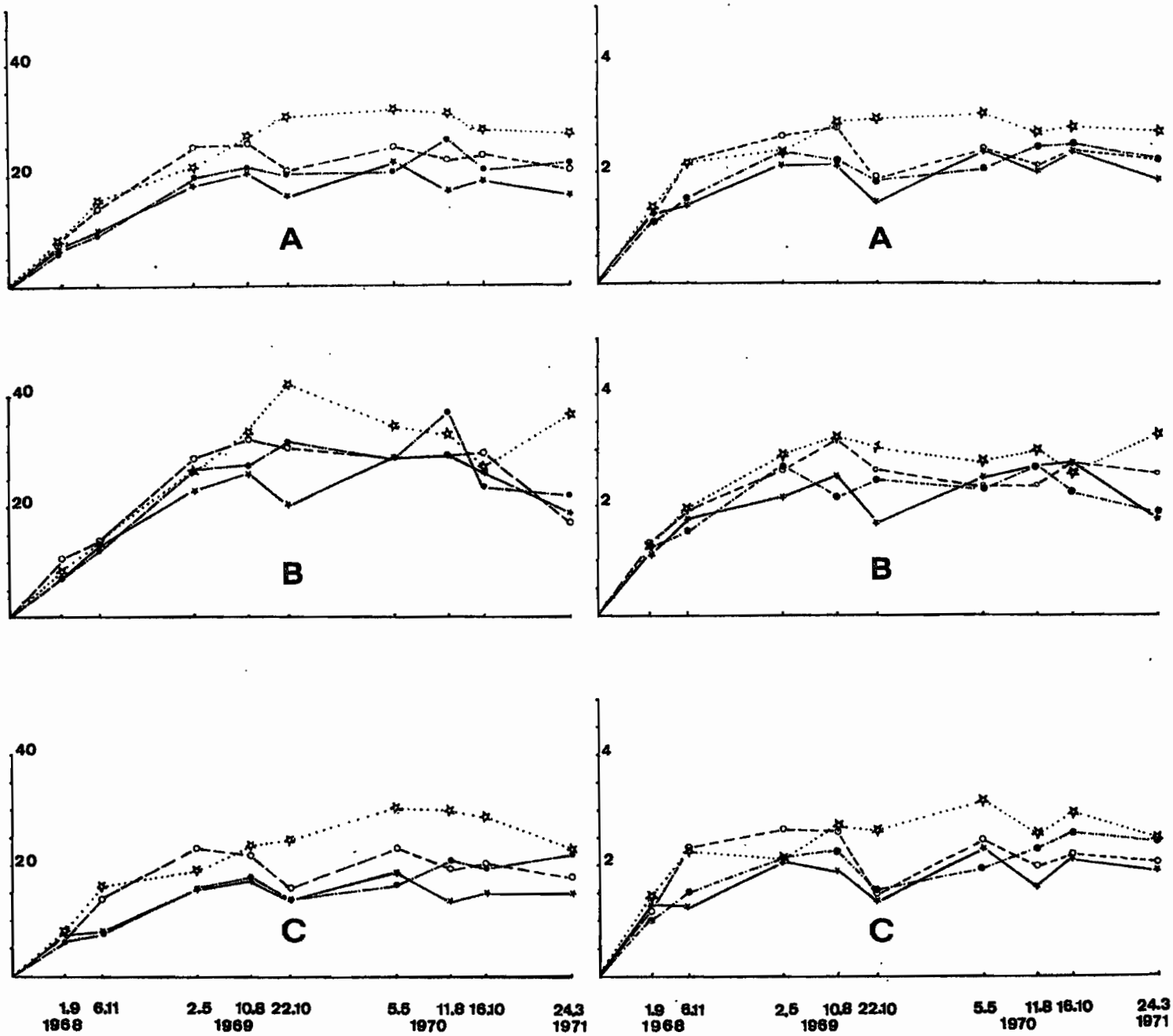
POIDS ET SURFACE DIAMETRALE DES RACINES EN FONCTION DU POIDS DE TERRE, SELON LE SITE DE PRELEVEMENT ET LE TRAITEMENT.

A : Valeur moyenne. B : Sous la touffe. C : Entre les touffes.

Figure 4 : PANICUM MAXIMUM Horizon 0 - 10 cm.

Poids en mg pour 100g de terre.

Surfaces en cm^2 pour 100g de terre.



✲·····rythme de fauche lent, non fertilisé. ○- - -rythme de fauche normal, non fertilisé.

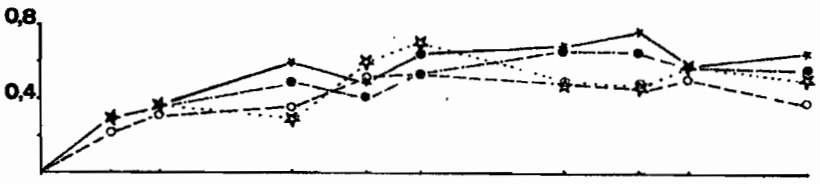
✲——rythme de fauche lent, fertilisé. ●—·—rythme de fauche normal, fertilisé.

POIDS ET SURFACE DIAMETRALE DES RACINES EN FONCTION DU POIDS DE TERRE, SELON LE SITE DE PRELEVEMENT ET LE TRAITEMENT.

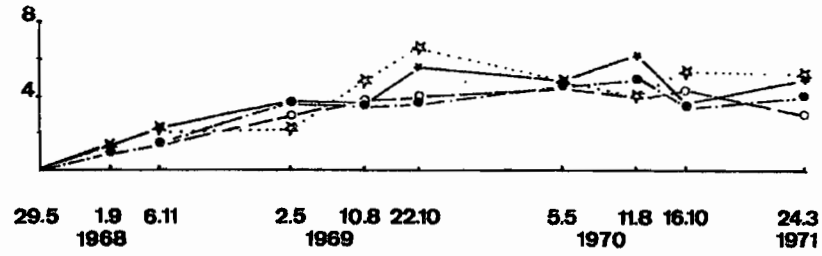
A : Valeur moyenne. B : Sous la touffe. C : Entre les touffes.

Figure 5 : PANICUM MAXIMUM Horizon 10 - 25 cm.

Surface diamétrale en cm^2 pour 100g de terre.



Poids en mg pour 100g de terre.



☆.... rythme de fauche lent, non fertilisé. ○---rythme de fauche normal, non fertilisé.

✱——rythme de fauche lent, fertilisé. ●—·-rythme de fauche normal, fertilisé.

POIDS ET SURFACE DIAMETRALE DES RACINES EN FONCTION DU POIDS DE TERRE, SELON LE TRAITEMENT.

Figure 6 : PANICUM MAXIMUM Horizon 25 - 65 cm.

3 - Résultats.

31 - Panicum maximum.

Pour 3 des traitements, L.F., N.C. et N.F., les poids de racines P atteignent leur valeur maximum en fin de première année (on a considéré l'année comme commençant au semis ou à la première date de prélèvement qui suit la saison sèche), diminuent entre Mai et Octobre 1969 et restent sensiblement constants en 3e année (fig. 3).

Les valeurs atteintes sont de 21,3 à 27,0 mg pour 100 g de terre dans 0 - 65 cm, soit 2,1 à 2,6 t/ha^{-1} en Mai 1969 et de 16,3 à 19,3 mg pour 100 g de terre, soit 1,6 à 1,9 t. ha^{-1} en Mars 1971.

L'évolution sous le traitement L.C. est différente de la précédente : le poids maximum de racines n'est atteint qu'en Août 1969 (28,6 mg pour 100 g de terre, soit 2,8 t. ha) et la diminution s'étale sur toute la fin de l'essai (21,2 mg pour 100 g de terre soit 2.1 t. ha^{-1} en Mars 1971).

La courbe moyenne d'évolution sur 0 - 65 cm reflète essentiellement les variations sous la touffe dans 0 - 10 cm. P est en effet bien plus élevé là qu'entre les touffes ou dans les autres horizons (Tableau 1) (fig. 4).

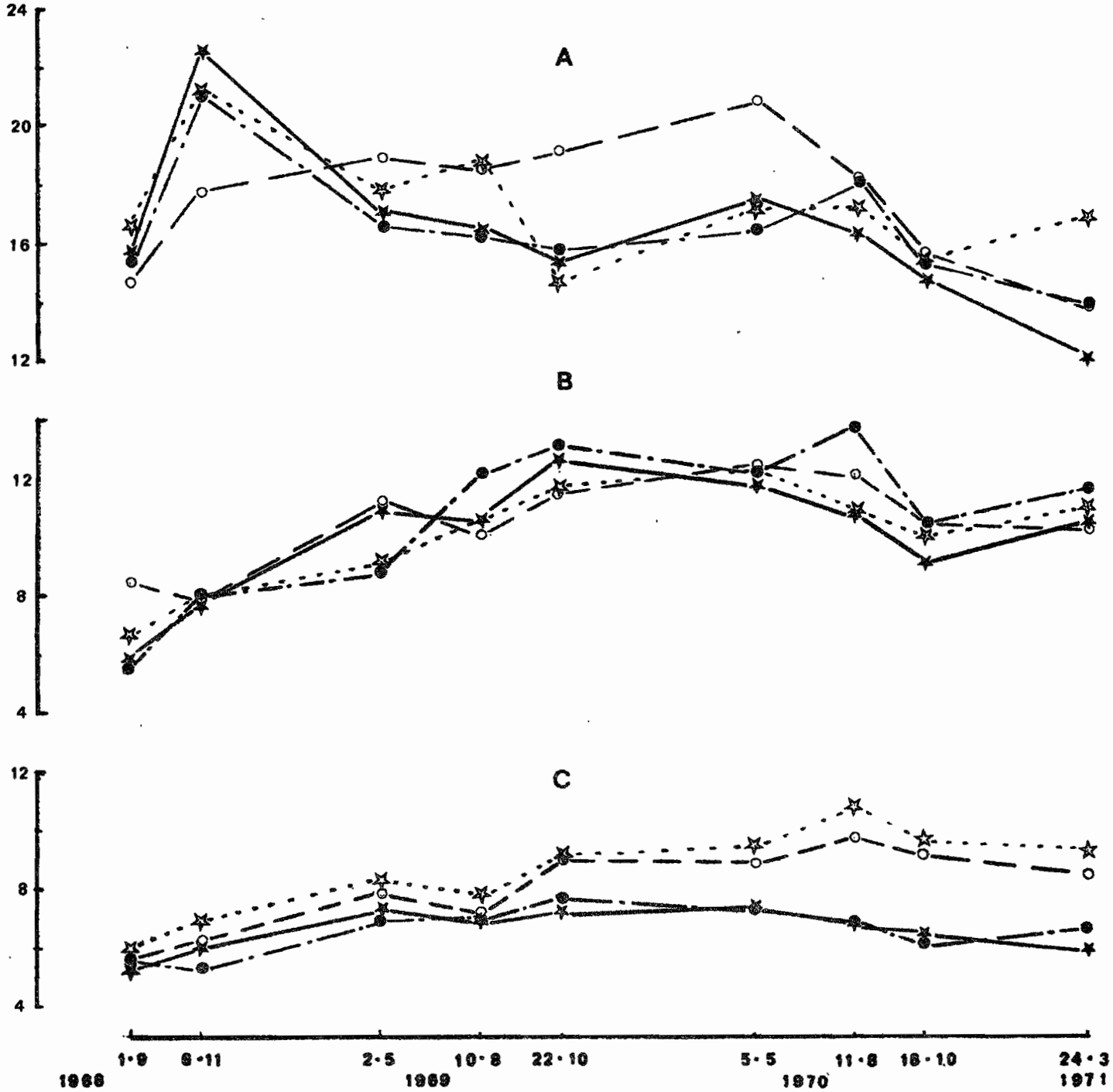
En fait, il n'y a qu'en ce point que P passe par un maximum en Août 1969 (Octobre 69 pour le traitement L.C.) pour rediminuer fortement pendant la pleine saison des pluies de 2e année.

Dans les autres sites et horizons de sondage fig. 5 et 6, P augmente rapidement la 1ère année puis reste sensiblement constant jusqu'à la fin de l'essai sauf pour les traitements fertilisés, pour lesquels P, dans l'horizon 0 - 10 cm entre les touffes, réaugmente en 3e année, après avoir légèrement baissé en 2e année.

Le gradient horizontal qui existe pour P dans 0- 10 cm est beaucoup moins marqué dans 10 - 25 cm.

Date	Mai 1969				Mars 1971			
Traitements	L.O.	L.F.	N.O.	N.F.	L.O.	L.F.	N.O.	N.F.
Poids de matière sèche des racines								
Horizon 0 - 10 cm :								
sous les touffes ;	100	100	100	100	100	100	100	100
entre les touffes.	15,8	12,4	15,8	16,1	38,3	34,3	39,1	55,2
Horizon 10 - 25 cm :								
sous les touffes ;	15,2	7,9	19,9	12,4	28,5	14,3	15,3	20,2
entre les touffes.	11,1	5,4	8,1	7,4	17,9	11,3	17,2	20,1
Horizons 25 à 65 cm :	1,2	1,3	1,0	1,6	4,0	3,7	2,8	3,7
Surface diamétrale des racines								
Horizon 0 - 10 cm :								
sous les touffes ;	100	100	100	100	100	100	100	100
entre les touffes.	58,2	29,0	41,7	40,9	96,6	86,5	65,6	133,4
Horizon 10 - 25 cm :								
sous les touffes ;	28,9	12,4	17,3	21,0	59,0	16,4	33,8	24,2
entre les touffes.	21,1	12,2	17,5	16,7	44,7	17,5	27,0	30,8
Horizons 25 à 65 cm :	2,9	3,5	2,4	3,8	8,9	5,9	4,9	7,2

TABLEAU 1 : Panicum maximum - Bouaké - Pourcentage de racines dans chaque site des différents horizons, en poids de matière sèche et en surface diamétrale.
Base : 100 dans 0 - 10 cm, sous les touffes.



·····rythme de fauche lent, non fertilisé. o- - -rythme de fauche normal, non fertilisé.

——rythme de fauche lent, fertilisé. ●—·—rythme de fauche normal, fertilisé.

QUOTIENT RACINAIRE, SELON LES SITES ET HORIZONS DE PRELEVEMENT ET SELON LES TRAITEMENTS EN mg . cm^{-2}

A : Horizon 0 - 10 cm, sous les touffes. B : Horizon 10 - 25 cm, sous les touffes.
C : Horizon 0 - 65 cm, entre les touffes.

Figure 7 : PANICUM MAXIMUM

La même différence entre traitements existe pour la surface diamétrale des racines S que pour leur poids de matière sèche P: sous le traitement L.O., l'évolution est différente de celle sous les autres. S varie comme P les 2 premières années mais réaugmente en 3e année.

Cette différence entre les variations de S et celles de P s'expliquent par le fait que si, jusqu'en fin de 2e année, S est plus élevée dans 0 - 10 cm sous la touffe qu'entre les touffes, en 3e année, le gradient tend à s'annuler, les valeurs deviennent très comparables (Tableau 1). Ainsi la courbe d'évolution de S dans 0 - 10 cm reflète-t-elle en 3e année l'augmentation qui se produit entre les touffes, alors que la courbe de P ne la reflète pas.

En effet le quotient racinaire QR = $P.S^{-1}$ (figure 7) qui atteint des valeurs très élevées dans 0 - 10 cm sous la touffe en début d'essai (22 $mg.cm^{-2}$ environ en Novembre 68 pour les 3 traitements L.O., L.F. et N.F.) diminue ensuite plus ou moins régulièrement (sauf pour N.O. où QR croît jusqu'en Mai 70) et n'est plus que de 12 à 14 $mg.cm^{-2}$ pour L.F., N.O. et N.F., 17 $mg.cm^{-2}$ pour L.O. en fin d'essai.

Les valeurs de QR sont beaucoup moins élevées sous la touffe dans l'horizon 10 - 25 cm, mais suivent une évolution inverse de celle dans 0 - 10 cm pendant les 2 premières années : elles augmentent de 6,0 à 12,1 $mg.cm^{-2}$ entre Mai 68 et Octobre 69 puis rediminuent, de façon très irrégulière, pour atteindre 10,8 $mg.cm^{-2}$ en fin d'essai.

Les valeurs de QR sont encore plus faibles entre les touffes, variant avec les traitements. A partir d'Octobre 69, QR est plus élevé sous les traitements non fertilisés et varie de 9,0 à 10,2 $mg.cm^{-2}$ alors que sous les traitements fertilisés, il diminue de 7,4 à 6,3 $mg.cm^{-2}$.

Les fluctuations saisonnières sont peu nettes. Elles ont été résumées schématiquement au Tableau 2.

Années	de Mai à Août	d'Août à Octobre	d'Octobre à Mai
1	↗	→	↗
2	→	↘	→
3	↗	→	↗

TABLEAU 2 : Schéma d'évolution saisonnière de P et S dans le cas de Panicum maximum

↗ = augmentation de P et S ; → = pas de changement

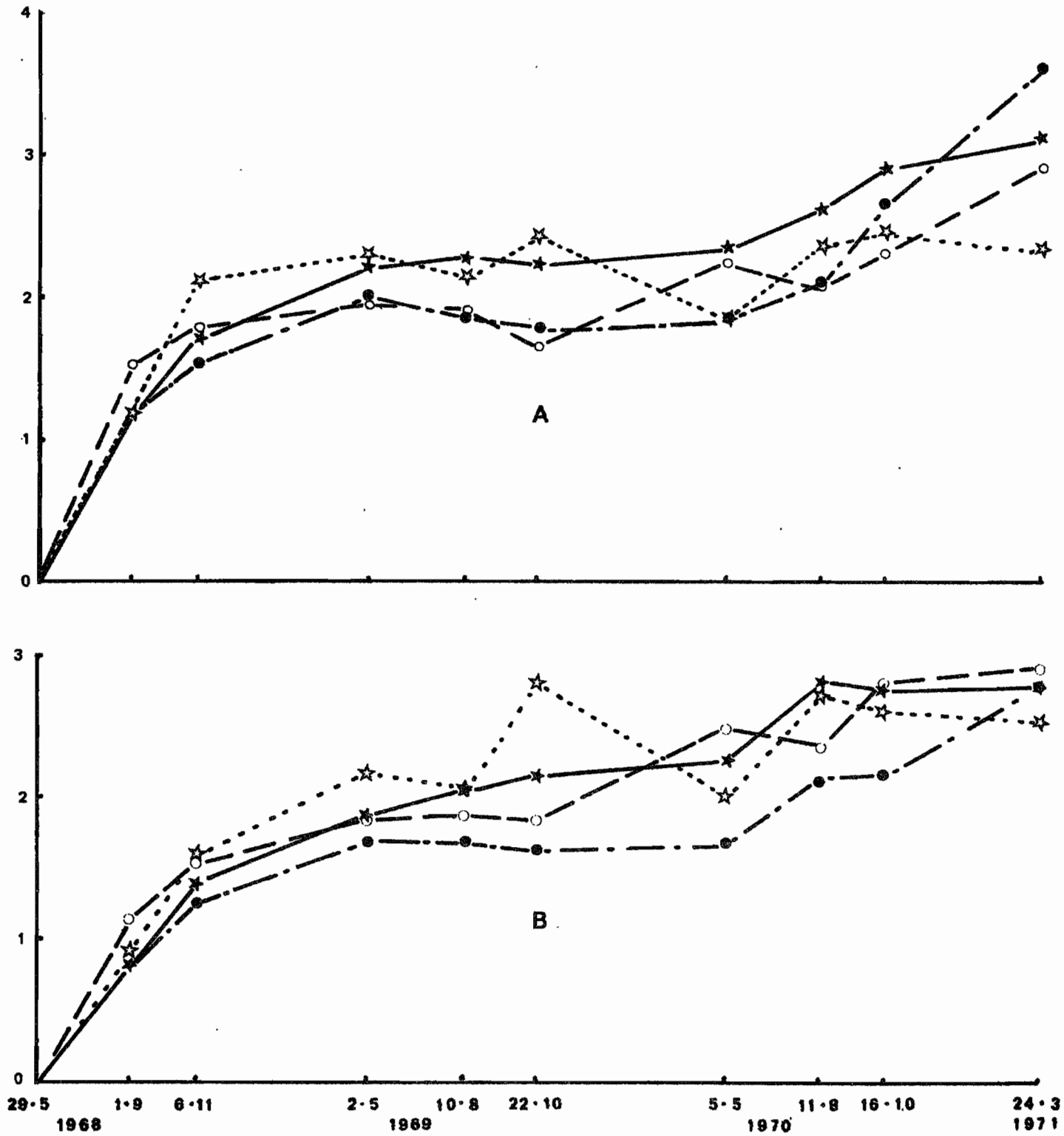
↘ = diminution.

Les effets des traitements apparaissent complexes. P et S sous le traitement L.O. se différencient de P et S sous les autres traitements à partir de Mai 1969 (et même d'Octobre 1968 sous la touffe dans 0 - 10 cm). La différence enregistrée correspond à une interaction entre un effet positif du rythme de coupe lent et un effet positif de l'absence de fertilisation pendant cette période.

D'une façon générale, si l'on étudie plus particulièrement les variations journalières (calculées pour chacun des intervalles entre 2 prélèvements en soustrayant algébriquement P (ou S) au début de la période de P (ou S) à la fin et en divisant par le nombre de jours correspondant), on constate un effet négatif de l'apport d'engrais entre Août et Octobre. Ceci est particulièrement net la 1ère et la 3e année. Par contre la fertilisation a un effet positif entre Octobre 1968 et Mai 1969, et, en 3e année, entre Mai et Août et entre Octobre 1970 et Avril 1971. (Il reste à vérifier que les différences observées ont une signification statistique).

32 - Cynodon aethiopicus.

Sur 3 des traitements, L.F., N.C. et N.F., les poids de matière sèche des racines P augmentent jusqu'à la fin de l'essai



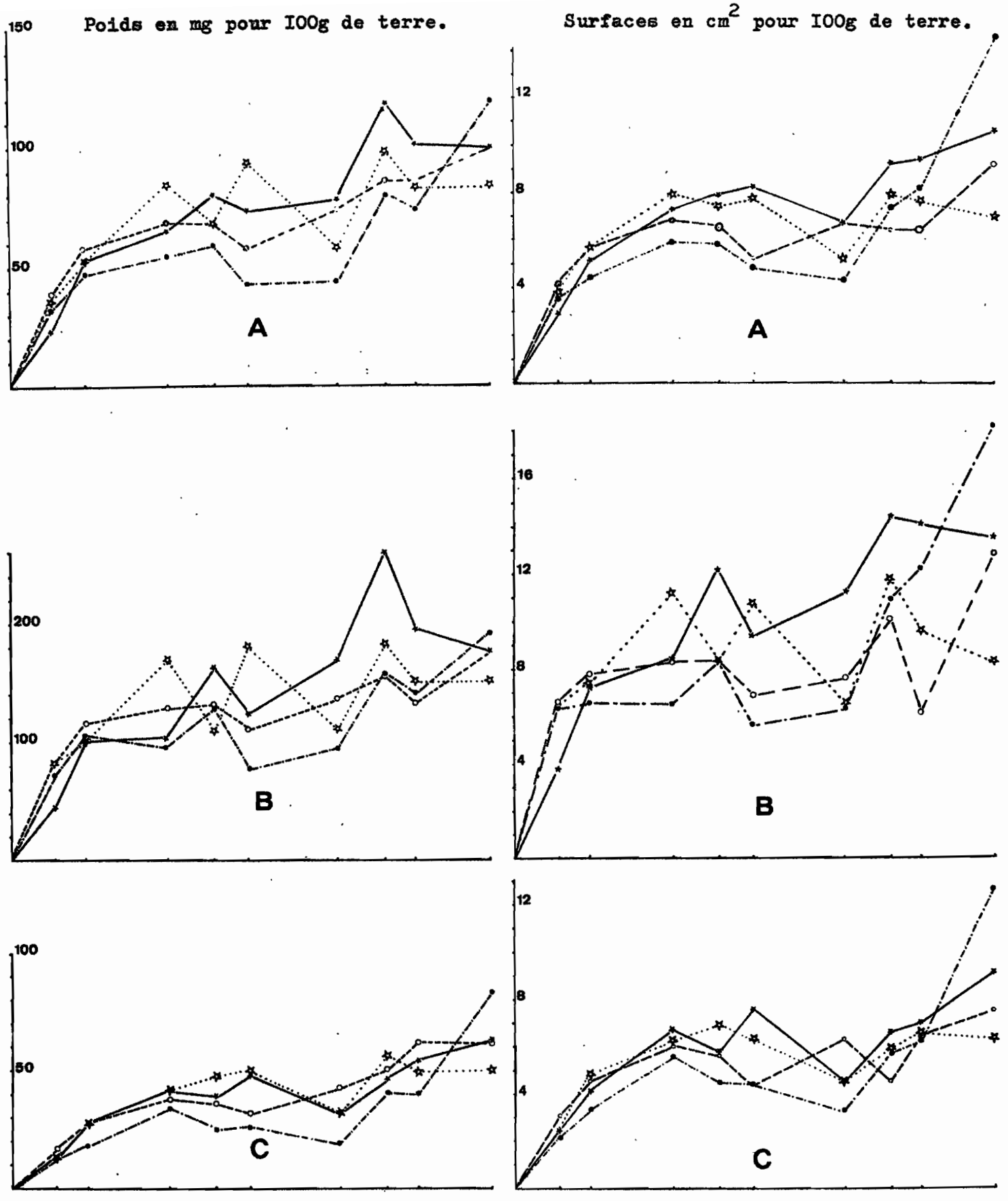
..... rythme de fauche lent, non fertilisé. o---rythme de fauche normal, non fertilisé.

—— rythme de fauche lent, fertilisé. •—·—rythme de fauche normal, fertilisé.

POIDS DE MATIERE SECHE ET SURFACE DIAMETRALE DES RACINES A L 'HECTARE, SUR L'ENSEMBLE DU PROFIL 0 - 65 cm.

A : Surface diamétrale des racines en ha . ha^{-I}. B : Poids des racines en t . ha^{-I}.

Figure 8 : CYNODON AETHIOPICUS.



✲·····rythme de fauche lent, non fertilisé. ○- - -rythme de fauche normal, non fertilisé.

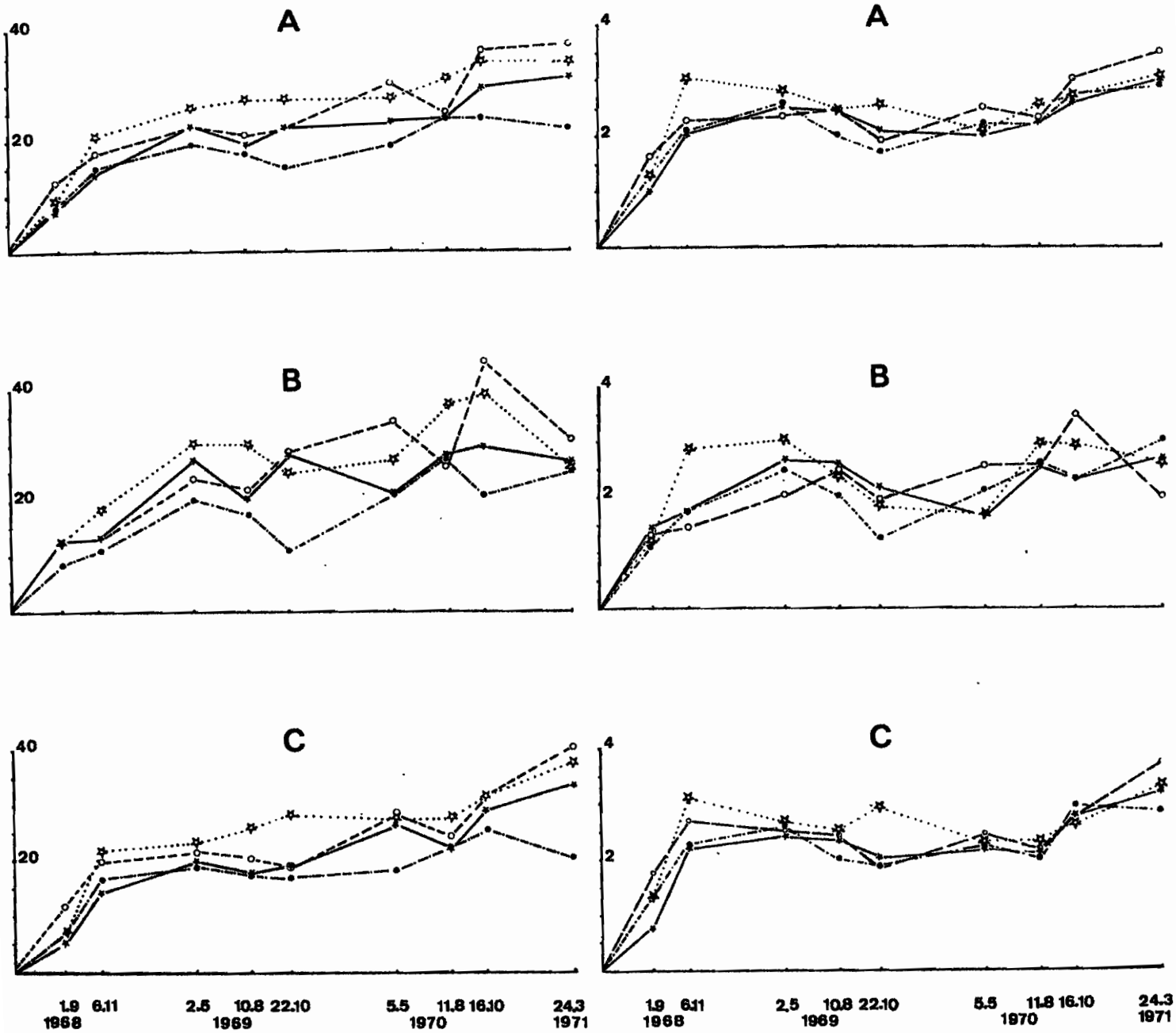
✲——rythme de fauche lent, fertilisé. ●—·—rythme de fauche normal, fertilisé.

POIDS ET SURFACE DIAMETRALE DES RACINES EN FONCTION DU POIDS DE TERRE, SELON LE SITE DE PRELEVEMENT ET LE TRAITEMENT.

A : Valeur moyenne. B : Sous la touffe. C : Entre les touffes.

Figure 9 : CYNODON AETHIOPICUS Horizon 0 - 10 cm.

Poids en mg pour IOOg de terre. Surfaces en cm^2 pour IOOg de terre.



✱.....rythme de fauche lent, non fertilisé. ○---rythme de fauche normal, non fertilisé.

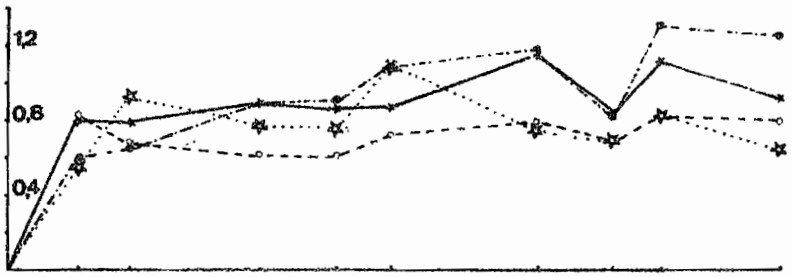
✱——rythme de fauche lent, fertilisé. ●—·—rythme de fauche normal, fertilisé.

POIDS ET SURFACE DIAMETRALE DES RACINES EN FONCTION DU POIDS DE TERRE, SELON LE SITE DE PRELEVEMENT ET LE TRAITEMENT.

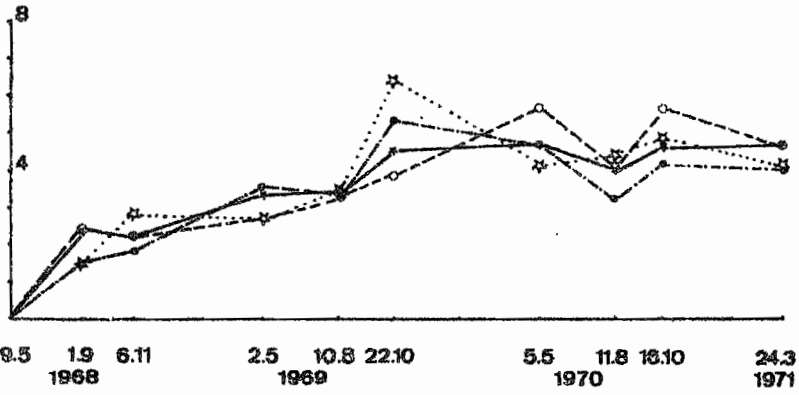
A : Valeur moyenne. B : Sous la touffe. C : Entre les touffes.

Figure IO : CYNODON AETHIOPICUS Horizon IO - 25 cm.

Surface diamétrale en cm^2
pour 100g de terre.



Poids en mg
pour 100g de terre.



....rythme de fauche lent, non fertilisé. o---rythme de fauche normal, non fertilisé.
——rythme de fauche lent, fertilisé. ●-·-rythme de fauche normal, fertilisé.

POIDS ET SURFACE DIAMETRALE DES RACINES EN FONCTION DU POIDS DE TERRE, SELON LE TRAITEMENT.

Figure II : CYNODON AETHIOPICUS Horizon 25 - 65 cm.

sur l'ensemble du profil. Pour le quatrième, L.C., le poids maximum est atteint dès Octobre 1969 et, globalement, reste constant ensuite (fig. 8).

Les poids atteints en fin d'essai sont peu différents d'un traitement à l'autre et varient entre 25,8 et 29,7 mg pour 100 g de terre soit 2,6 à 3,0 t/ha.

L'augmentation de poids est particulièrement rapide en première année, pendant la saison des pluies. En Mai 1969, P atteint environ les 2/3 de sa valeur en fin d'essai : 1,7 à 2,2 t/ha.

En 2e année, par contre, P augmente peu ou pas, sauf entre Octobre 1969 et Mai 1970 pour le traitement N.C.

Les poids de racines sous la touffe dans 0 - 10 cm sont beaucoup plus élevés qu'entre les touffes ou dans l'horizon 10 - 25 cm (Tableau 3). L'écart reste à peu près le même tout au long de l'essai (fig. 9, 10 et 11).

Date	Mai 1969				Mars 1971			
Traitements	L.C.	L.F.	N.C.	N.F.	L.C.	L.F.	N.C.	N.F.
Poids de matière sèche des racines.								
Horizon 0 - 10 cm :								
sous la touffe ;	100	100	100	100	100	100	100	100
entre les touffes.	24	36	30	35	33	35	34	43
Horizon 10 - 25 cm :								
sous la touffe ;	18	24	19	21	17	15	17	13
entre les touffes.	14	18	17	20	25	19	23	11
Horizons 25 à 65 cm.	3	6	4	7	5	5	5	4

.../...

(suite page 9)

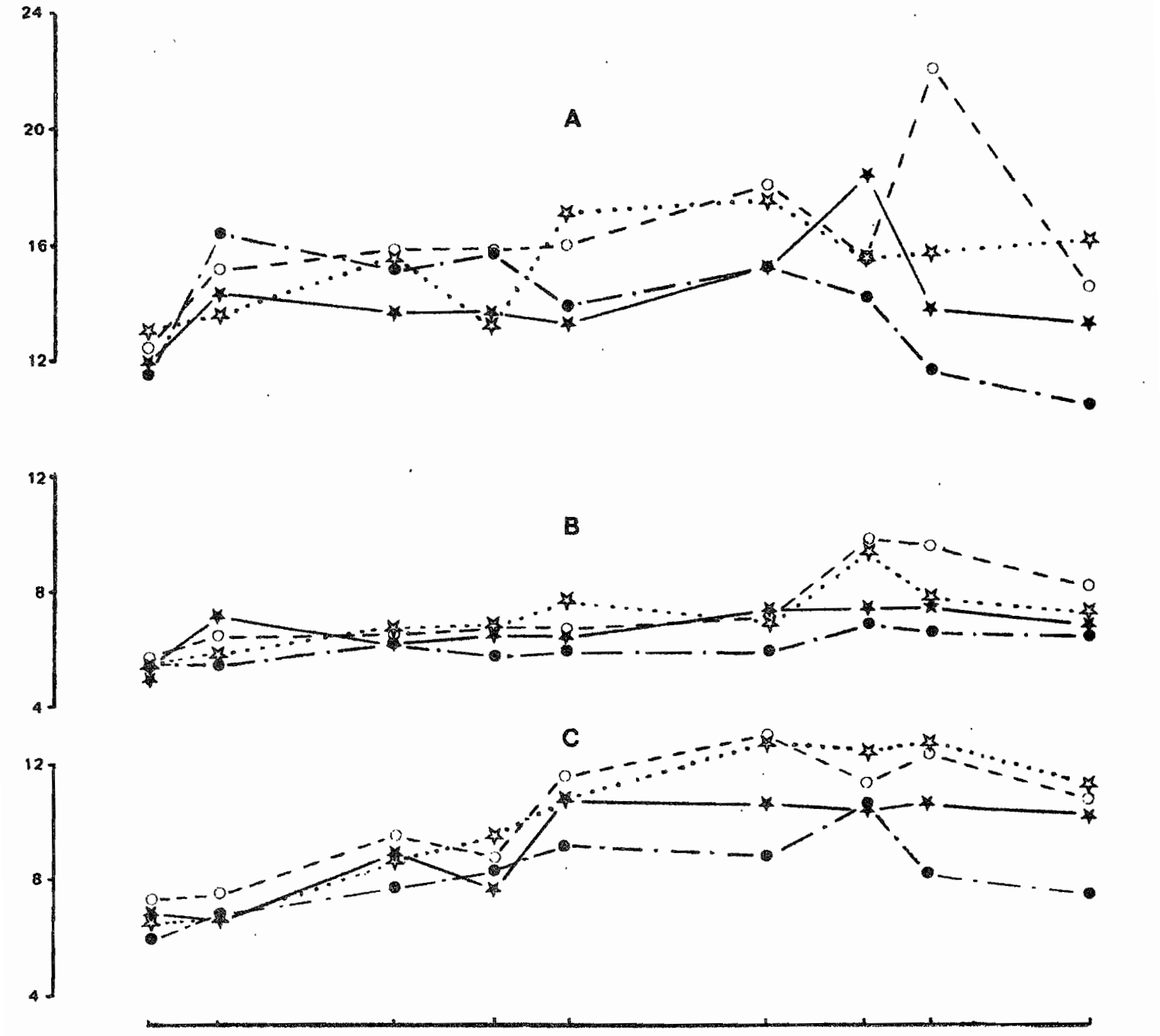
Date	Mai 1969				Mars 1971			
Traitements	L.C.	L.F.	N.C.	N.F.	L.C.	L.F.	N.C.	N.F.
Surface diamétrale des racines.								
Horizon 0 - 10 cm :								
sous la touffe ;	100	100	100	100	100	100	100	100
entre les touffes.	56	80	72	85	76	67	58	69
Horizon 10 - 25 cm :								
sous la touffe ;	27	32	25	38	32	20	16	16
entre les touffes.	24	29	30	40	40	23	33	15
Horizons 25 à 65 cm.	7	8	8	14	8	7	6	7

TABLEAU 3 : Cynodon aethiopicus Bouaké - pourcentage de racines dans chaque site des différents horizons, en poids de matière sèche et surface diamétrale.
Base : 100 dans 0 - 10 cm, sous la touffe.

Les courbes d'évolution dans les différents sites et horizons sont sensiblement parallèles et la courbe moyenne pour 0 - 65 cm reflète bien cette évolution générale.

Il y a cependant quelques petites différences en première année : entre Août et Octobre, P augmente fortement sous la touffe dans 0 - 10 cm et entre les touffes dans 10 - 25 cm, beaucoup moins sous la touffe dans 10 - 25 cm et entre les touffes dans 0 - 10 cm. Entre Octobre 1968 et Mai 1969, c'est pratiquement l'inverse.

Les courbes d'évolution de la surface diamétrale des racines S dans 0 - 65 cm sont très semblables à celles de P. S augmente très rapidement la 1ère année jusqu'en Novembre, puis la pente de la courbe diminue entre Octobre 1968 et Mai 1969 et s'annule en 2e année. En 3e année, S réaugmente et plus particulièrement pour le traitement N.F. L'éventail des valeurs atteintes



✱····· rythme de fauche lent, non fertilisé. ○- - - rythme de fauche normal, non fertilisé.

✱—— rythme de fauche lent, fertilisé. ●—·—rythme de fauche normal, fertilisé.

QUOTIENT RACINAIRE, SELON LES SITES ET HORIZONS DE PRELEVEMENT ET SELON LES TRAITEMENTS EN mg . cm^{-2}

A : Horizon 0 - 10 cm, sous les touffes. B : Horizon 0 - 10 cm, entre les touffes.

C : Moyenne des différents sites pour les horizons 25 à 65 cm.

Figure 12 : CYNODON AETHIOPICUS

en Mars 1971 est beaucoup plus ouvert que pour P : S varie de 2,37 cm^2 pour 100 g de terre pour L.C. à 3,68 cm^2 pour 100 g de terre pour N.F. soit de 2400 à 3600 $m^2 . ha^{-1}$.

Dans l'horizon 0 - 10 cm, S entre les touffes est peu différent de S sous les touffes, au contraire de P (Tableau 3).

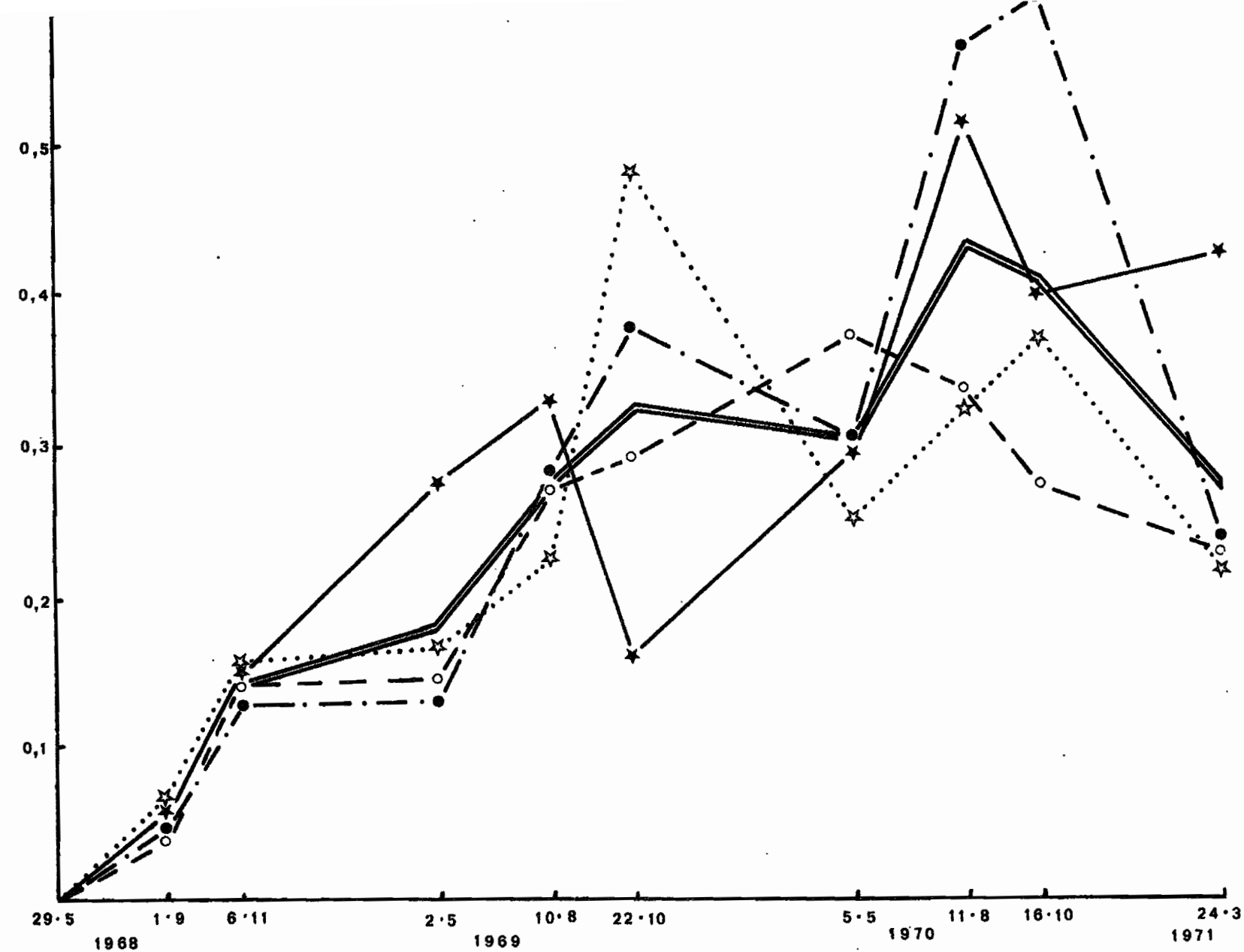
Le quotient racinaire QR est en effet beaucoup plus élevé sous la touffe qu'entre les touffes (fig. 12). Il est aussi plus élevé en profondeur que dans 0 - 10 cm entre les touffes (fig. 12).

Sous les touffes, dans 0 - 10 cm, QR qui est d'environ 12 $mg.cm^{-2}$ le 1 Septembre 68, augmente jusqu'au 6 Novembre 1968 puis reste ensuite sensiblement constant jusqu'au 10 Août 1969. A partir du 22 Octobre 1969, les traitements fertilisés et les traitements non fertilisés se séparent, QR oscillant entre 15 et 17 $mg.cm^{-2}$ pour les traitements non fertilisés (à l'exception du 16 Octobre 1970 pour N.C. près), entre 10 et 15 pour les traitements fertilisés (à l'exception du 11 Août 1970 pour L.F.).

Entre les touffes, dans 0 - 10 cm, il y a peu de différences entre les traitements jusqu'en Mai 1970 : QR augmente très lentement. En 3e année, les traitements non fertilisés (L.C. et N.C.) se différencient des traitements fertilisés par une brusque augmentation entre le 5 Mai et le 11 Août.

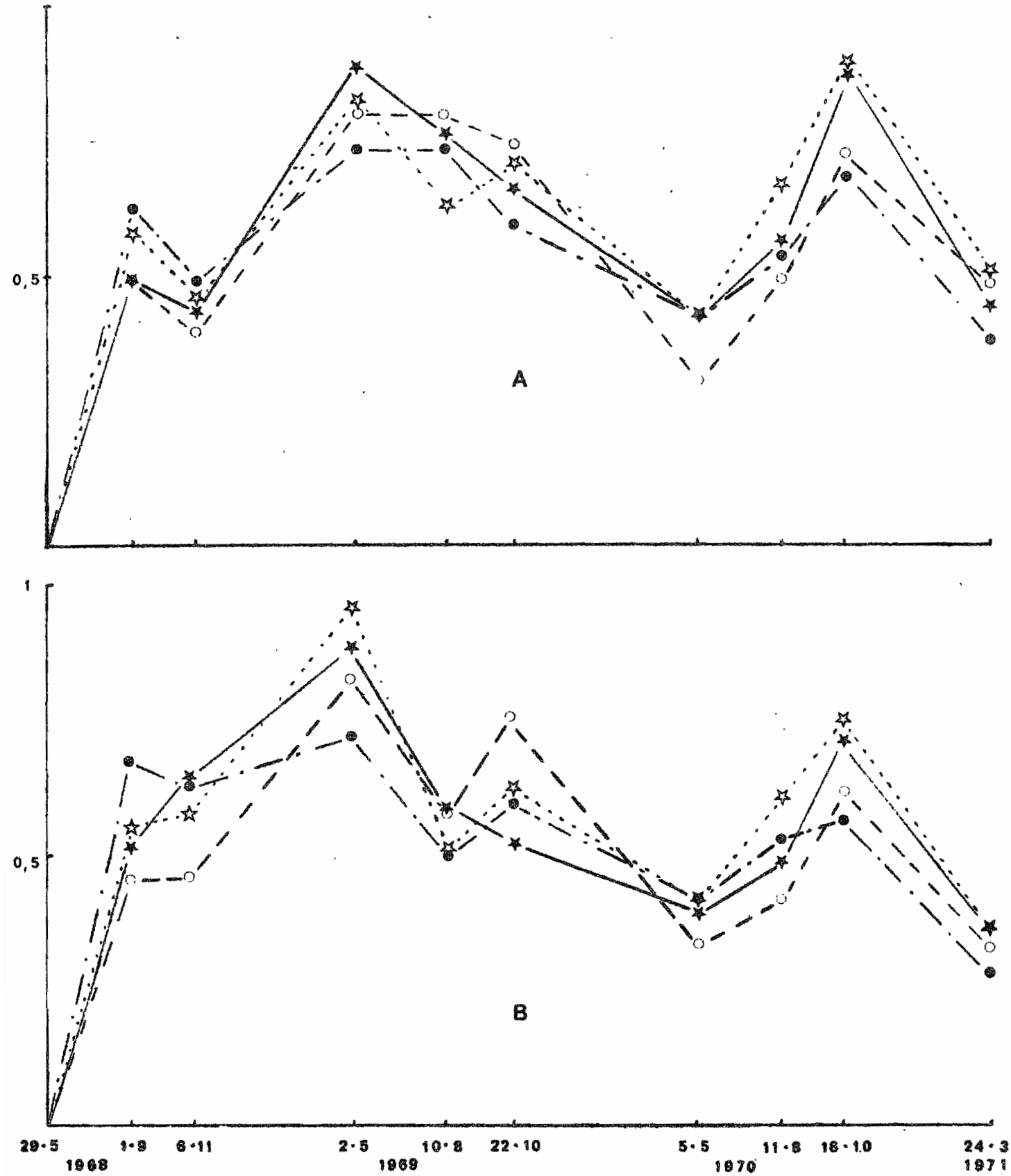
Au-delà de 10 cm de profondeur, quelque soit le site de prélèvement, QR augmente régulièrement, de 6,7 à 10,6 $mg.cm^{-2}$ en moyenne entre Août 1968 et Octobre 1970. A partir de cette date, les valeurs atteintes pour les traitements fertilisés sont inférieures à celles pour les traitements fertilisés, celles pour N.F. inférieures à celles pour L.F.

En 1ère année, les fluctuations saisonnières se traduisent par une augmentation moindre de P et S entre le 6 Novembre 1968 et le 2 Mai 1969. En 2e année et 3e année, dans 0 - 10 cm (fig. 9), on retrouve les fluctuations saisonnières obtenues pour Panicum maximum en 1ère et 3e année (Tableau 2). Par contre, dans 10 - 25 cm (fig. 10) et dans 25 - 65 cm (fig. 11), en 2e et 3e année, on observe des fluctuations inverses.



POIDS DE MATIERE SECHE DES RACINES PIVOTANTES EN TONNES A L'HECTARE DANS L'HORIZON 0 - 25 cm.

Figure I3 : STYLOSANTHES GUYANENSIS



●····· rythme de fauche lent, non fertilisé. ○- - - rythme de fauche normal, non fertilisé.

●—— rythme de fauche lent, fertilisé. ●—·—rythme de fauche normal, fertilisé.

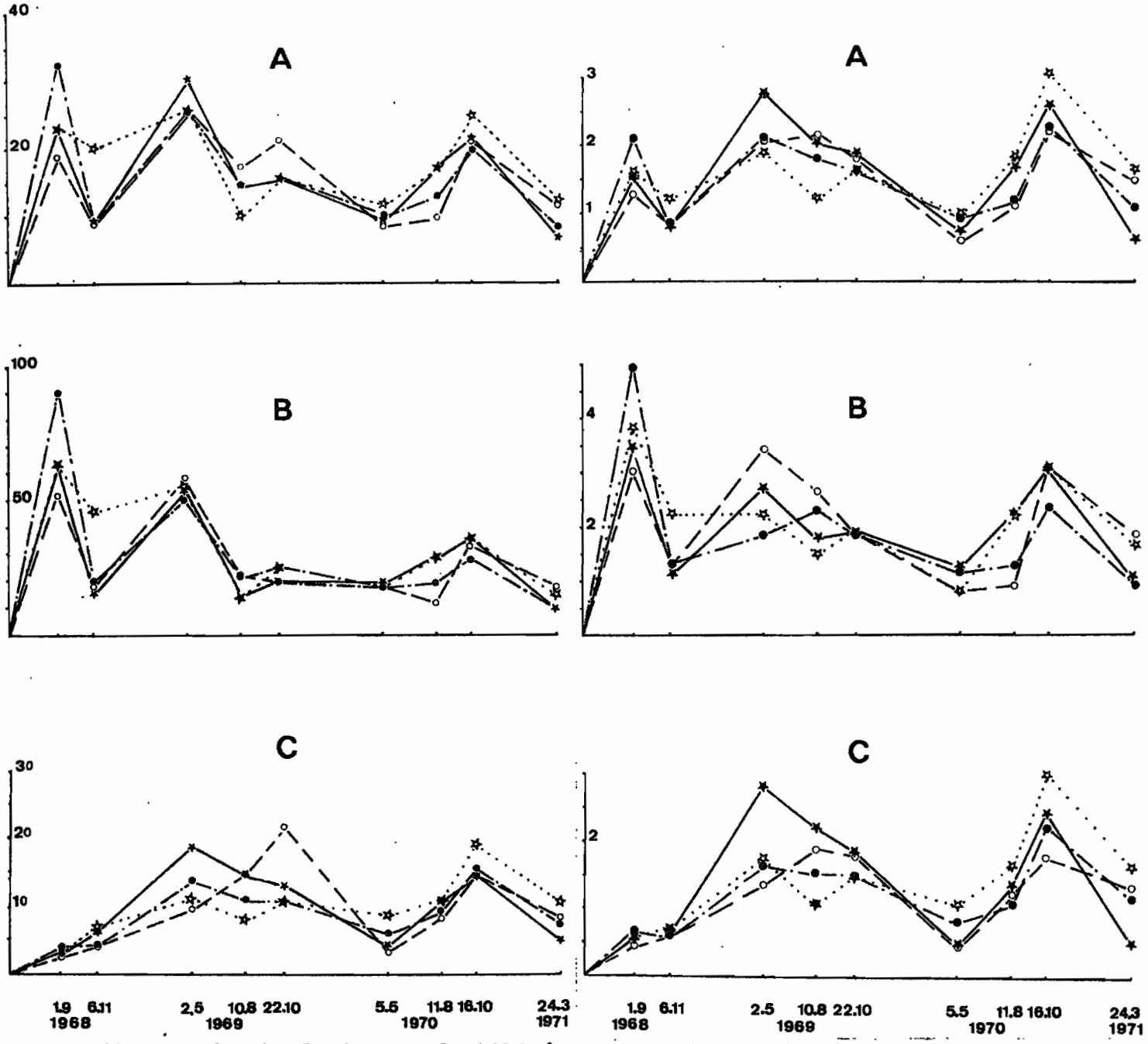
POIDS DE MATIERE SECHE ET SURFACE DIAMETRALE DES RACINES A L'HECTARE, SUR L'ENSEMBLE DU PROFIL 0 - 65 cm.

A : Surface diamétrale des racines en ha . ha^{-1}. B : Poids des racines en t . ha^{-1}.

Figure I4 : STYLOSANTHES GRACILIS.

Poids en mg pour 100g de terre.

Surfaces en cm^2 pour 100g de terre.



✲·····rythme de fauche lent, non fertilisé. ○- - -rythme de fauche normal, non fertilisé.

✲——rythme de fauche lent, fertilisé. ●—·—rythme de fauche normal, fertilisé.

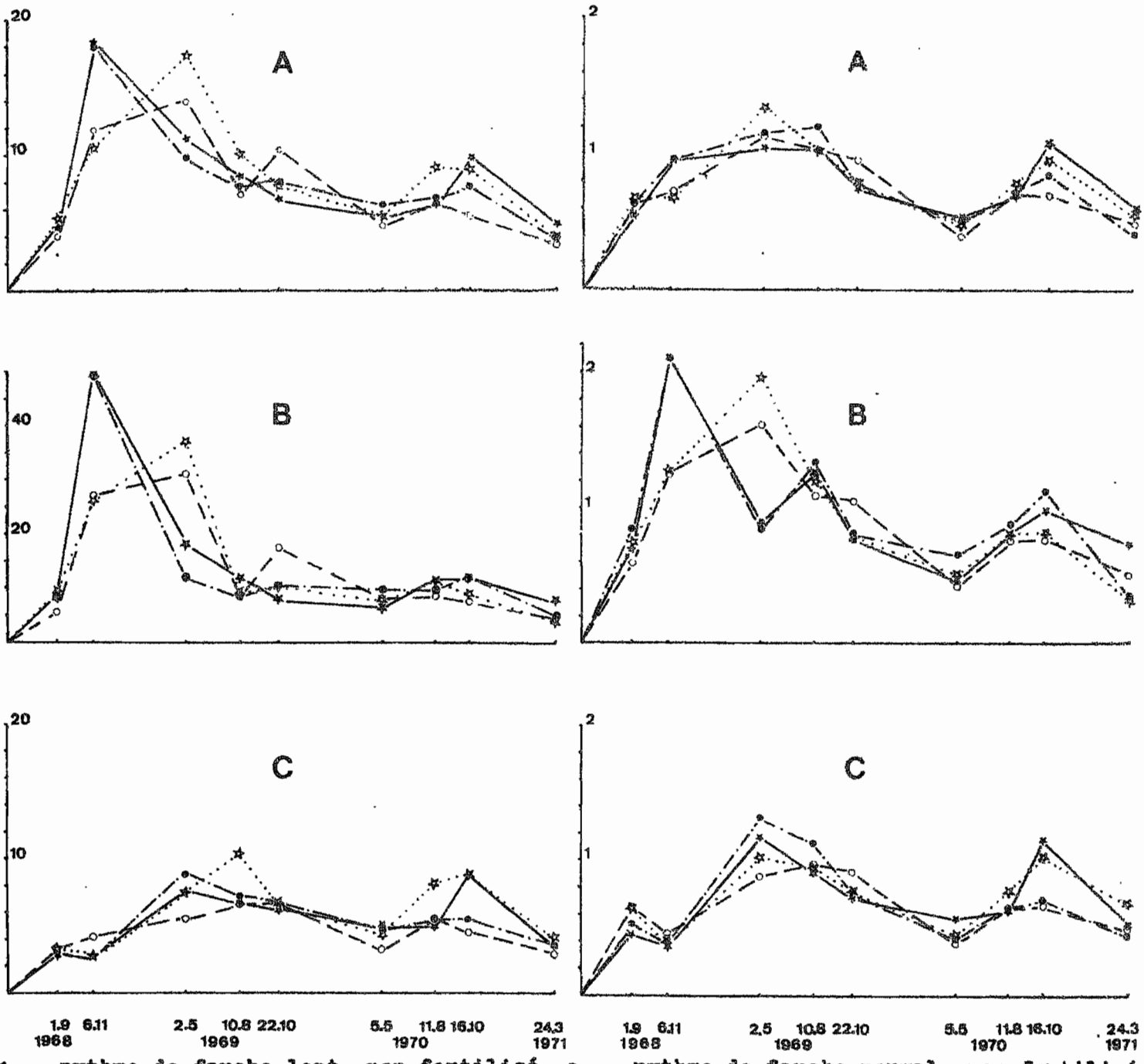
POIDS ET SURFACE DIAMETRALE DES RACINES EN FONCTION DU POIDS DE TERRE, SELON LE SITE DE PRELEVEMENT ET LE TRAITEMENT.

A : Valeur moyenne. B : sous la touffe. C : Entre les touffes.

Figure 15 : STYLOSANTHES GRACILIS Horizon 0 - 10 cm.

Poids en mg pour 100g de terre.

Surface en cm^2 pour 100g de terre.



✲·····rythme de fauche lent, non fertilisé. ○- - -rythme de fauche normal, non fertilisé.

✲——rythme de fauche lent, fertilisé. ●—·—rythme de fauche normal, fertilisé.

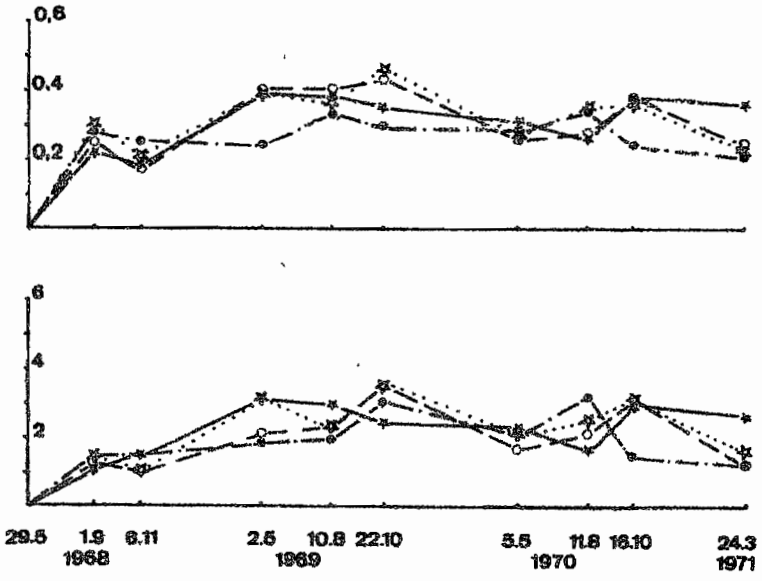
POIDS ET SURFACE DIAMETRALE DES RACINES EN FONCTION DU POIDS DE TERRE, SELON LE SITE DE PRELEVEMENT ET LE TRAITEMENT.

A : Valeur moyenne. B : Sous la touffe. C : Entre les touffes.

Figure 16 : STYLOSANTHES GRACILIS Horizon 10 - 25 cm.

Surface diamétrale en cm^2
pour 100g de terre.

Poids en mg
pour 100g de terre.



⁂···· rythme de fauche lent, non fertilisé. ○- - -rythme de fauche normal, non fertilisé.
⁂——rythme de fauche lent, fertilisé. ●—·—rythme de fauche normal, fertilisé.

POIDS ET SURFACE DIAMETRALE DES RACINES EN FONCTION DU POIDS DE TERRE, SELON LE TRAITEMENT.

Figure I7 : STYLOSANTHES GRACILIS Horizon 25 - 65 cm.

Les écarts entre traitements sont peu marqués jusqu'en Novembre 1968. Il apparaît cependant (fig. 8) un effet négatif de la fertilisation sur le développement des racines, qui se traduit par un écart entre les poids de racines sous les traitements L.C. et L.F. d'une part, N.C. et N.F. d'autre part, écart qui se maintiendra toute la deuxième année. Les différences, pour les surfaces diamétrales sont moins marquées, en 2e année.

En 3e année, S est plus élevée pour les traitements fertilisés, P est plus élevé pour L.F. que pour L.C :, mais toujours inférieur pour N.F. que pour N.C.

A partir de Novembre 1968, apparaît un effet négatif de rythme normal d'exploitation, qui se superpose à l'effet fertilisation et qui fait qu'en Octobre 1969, P est le plus faible pour N.F. et le plus fort pour L.C. (fig. 8).

33 - Stylosanthes guyanensis.

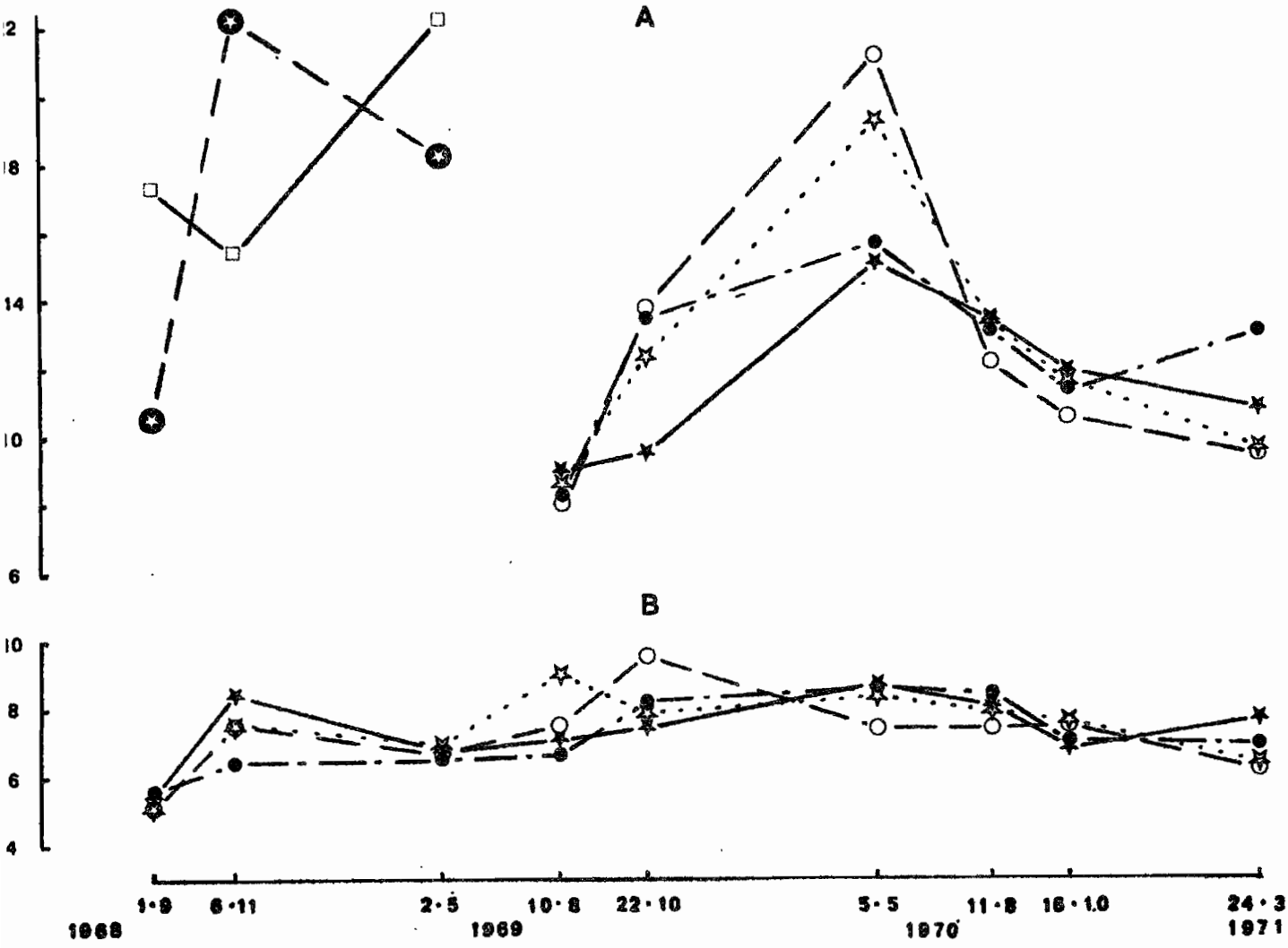
Les valeurs des poids de pivots P' fig. 13 sont très variables à partir de Mai 1969. En moyenne, P' augmente jusqu'en Mai 1970 pour atteindre 11,6 mg pour 100 g de terre soit environ 430 kg.ha^{-1}. Ils diminuent ensuite jusqu'en Mars 1971 pour atteindre 7,4 mg pour 100 g de terre, soit 280 kg.ha^{-1}.

Les augmentations de P' sont très fortes en saison des pluies. Par contre, entre Octobre - Novembre et Avril - Mai, P' varie peu les 2 premières années et chute fortement la 3e.

Les poids de racines fines P (fig. 14) atteignent leur maximum en Mai 1969 : entre 7,3 et 9,8 mg pour 100 g de terre, soit 720 à 960 kg.ha^{-1}. Ils diminuent fortement en 2e année sauf entre Août et Octobre, puis réaugmentent pendant la saison des pluies 1970. En Mars 1971, ils retrouvent le niveau atteint un ou auparavant à la période correspondante : entre 2,9 et 3,3 mg pour 100 g de terre, soit entre 290 et 370 kg.ha^{-1}.

Cependant cette courbe moyenne sur l'ensemble du profil 0 - 65 cm marque des différences importantes entre l'évolution du poids de racines fines par site et horizon (fig. 15, 16, 17).

Ainsi, en première année, sous la touffe, P augmente très rapidement dans 0 - 10 cm entre Mai et Septembre, diminue entre Septembre et Novembre, puis réaugmente jusqu'en Mai 69.



..... rythme de fauche lent, non fertilisé. o- - - rythme de fauche normal, non fertilisé.

—— rythme de fauche lent, fertilisé. ●—·—rythme de fauche normal, fertilisé.

□—— moyenne des 4 traitements, horizon 0 - 10 cm.

✪- - moyenne des 4 traitements, horizon 10 - 25 cm.

QUOTIENT RACINAIRE, SELON LES SITES ET HORIZONS DE PRELEVEMENT ET SELON LES TRAITEMENTS EN mg . cm^{-2}

A : Horizons 0 - 10 et 10 - 25 cm, sous les touffes.

B : Horizons 0 - 65 cm, entre les touffes.

Figure 18 : STYLOSANTHES GRACILIS.

Dans 10 - 25 cm, par contre, l'augmentation la plus forte est enregistrée entre Septembre et Novembre et P est alors plus élevé pour ce site dans cet horizon que dans 0 - 10 cm. Entre les touffes, P augmente dans tous les horizons jusqu'en Mai 1969, diminue en 2e année sauf entre 25 et 65 cm, et réaugmente, surtout dans 0 - 10 cm, en saison des pluies la 3e année.

Les courbes d'évolution des surfaces diamétrales sur l'ensemble du profil (fig. 14) présentent quelques différences avec celles de P. Tout d'abord, entre Septembre et Novembre 1968, S diminue pour tous les traitements alors que P reste constant ou même augmente pour L.F.. Ensuite, l'année suivante, à la même époque, S diminue alors que P réaugmente. Enfin, pour S, le maximum atteint en Octobre 1970 est sensiblement égal à celui de Mai 1969.

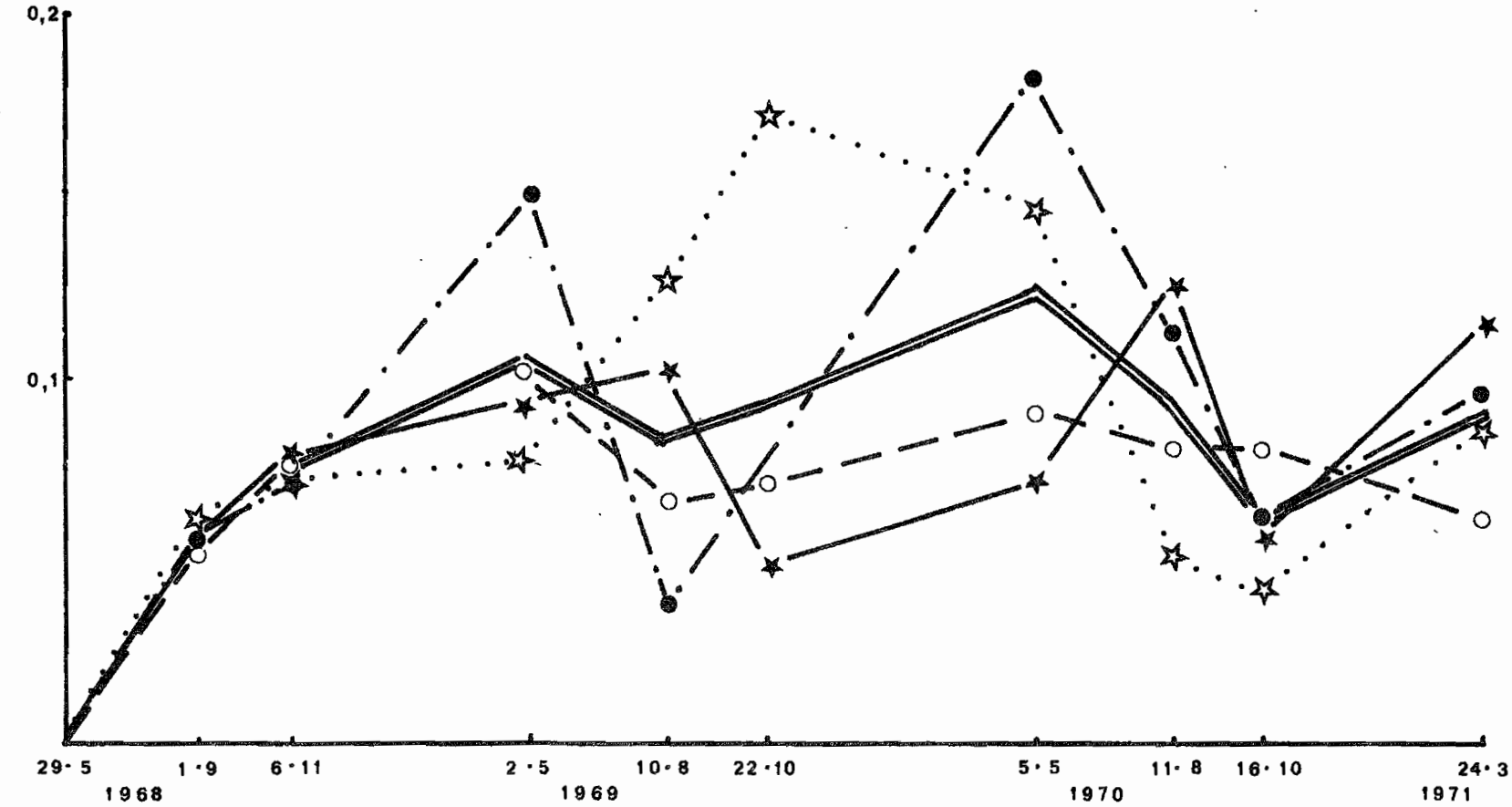
En effet, en 1968, les gradients horizontaux dans 0 - 10 cm, exprimés en termes de surface diamétrale, sont moins marqués que ceux exprimés en termes de poids. Par contre, en 3e année, ces gradients horizontaux dans 0 - 10 cm sont peu accentués.

Enfin, entre Août et Octobre 1969, d'une façon générale dans les 2 premiers horizons, P a tendance à augmenter, S à diminuer.

Cependant la différence d'évolution la plus importante se situe pendant la période de Mai à Août 1969, au cours de laquelle, sous la touffe, P diminue, relativement, beaucoup plus que S (qui augmente même pour les traitements N.F. dans 0 - 10 et 10 - 25 cm, et L.F. dans 10 - 25 cm). Ceci se traduit par une chute très marquée du quotient racinaire QR à cette date (fig. 18).

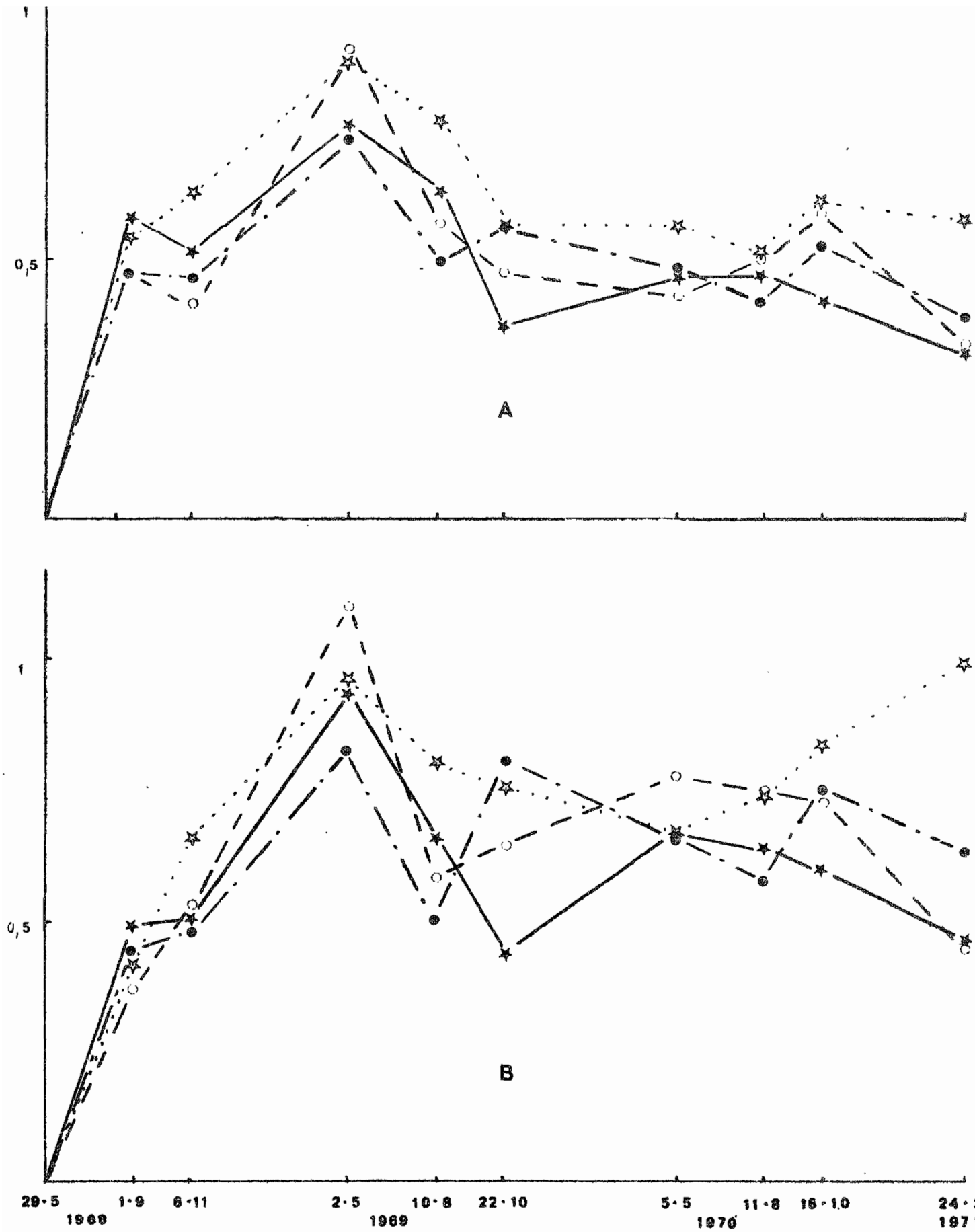
QR varie peu avec le temps entre les touffes. Par contre, sous la touffe, les fluctuations sont importantes (fig. 18,A). Entre Mai 1968 et Août 1969, les différences entre traitements sont faibles. Par contre, QR évolue de façon inverse dans 0 - 10 cm et dans 10 - 25 cm entre Mai 1968 et Mai 1969. A partir d'Août 1969 QR dans 0 - 10 cm et QR dans 10 - 25 cm sont très peu différents. Par contre les valeurs se différencient selon les traitements, fertilisés ou non.

En première année, sur l'ensemble du profil 0 - 65 cm, les variations saisonnières apparaissent semblables à celles observées pour Panicum maximum. Les deux dernières années, la période d'Octobre à Avril - Mai, qui englobe la saison sèche, se traduit par une diminution à la fois de P, S (fig. 14) et QR (fig. 18).



POIDS DE MATIERE SECHE DES RACINES PIVOTANTES EN TONNES A L'HECTARE DANS L'HORIZON 0 - 25 cm.

Figure I9 : CENTROSEMA PUBESCENS.



✡····· rythme de fauche lent, non fertilisé. ○- - -rythme de fauche normal, non fertilisé

✡—— rythme de fauche lent, fertilisé. ●—·—rythme de fauche normal, fertilisé.

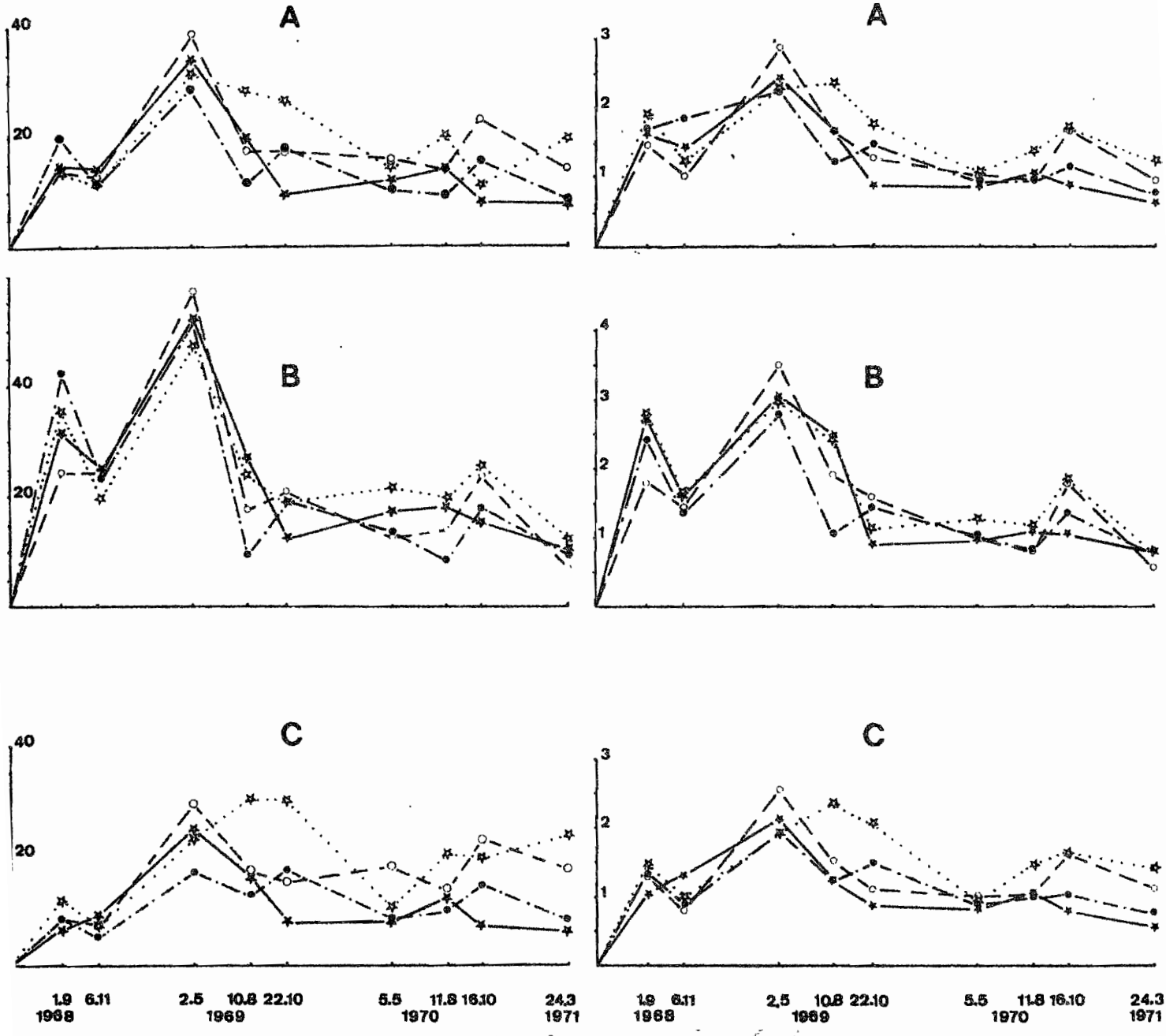
POIDS DE MATIERE SECHE ET SURFACE DIAMETRALE DES RACINES A L'HECTARE, SUR L'ENSEMBLE DU PROFIL 0 - 65 cm.

A : Surface diamétrale des racines en ha . ha^{-1}. B : Poids des racines en t . ha^{-1}.

Figure 20 : CENTROSEMA PUBESCENS

Poids en mg pour 100g de terre.

Surfaces en cm^2 pour 100g de terre.



.....rythme de fauche lent, non fertilisé. o---rythme de fauche normal, non fertilisé.

——rythme de fauche lent, fertilisé. e—·—rythme de fauche normal, fertilisé.

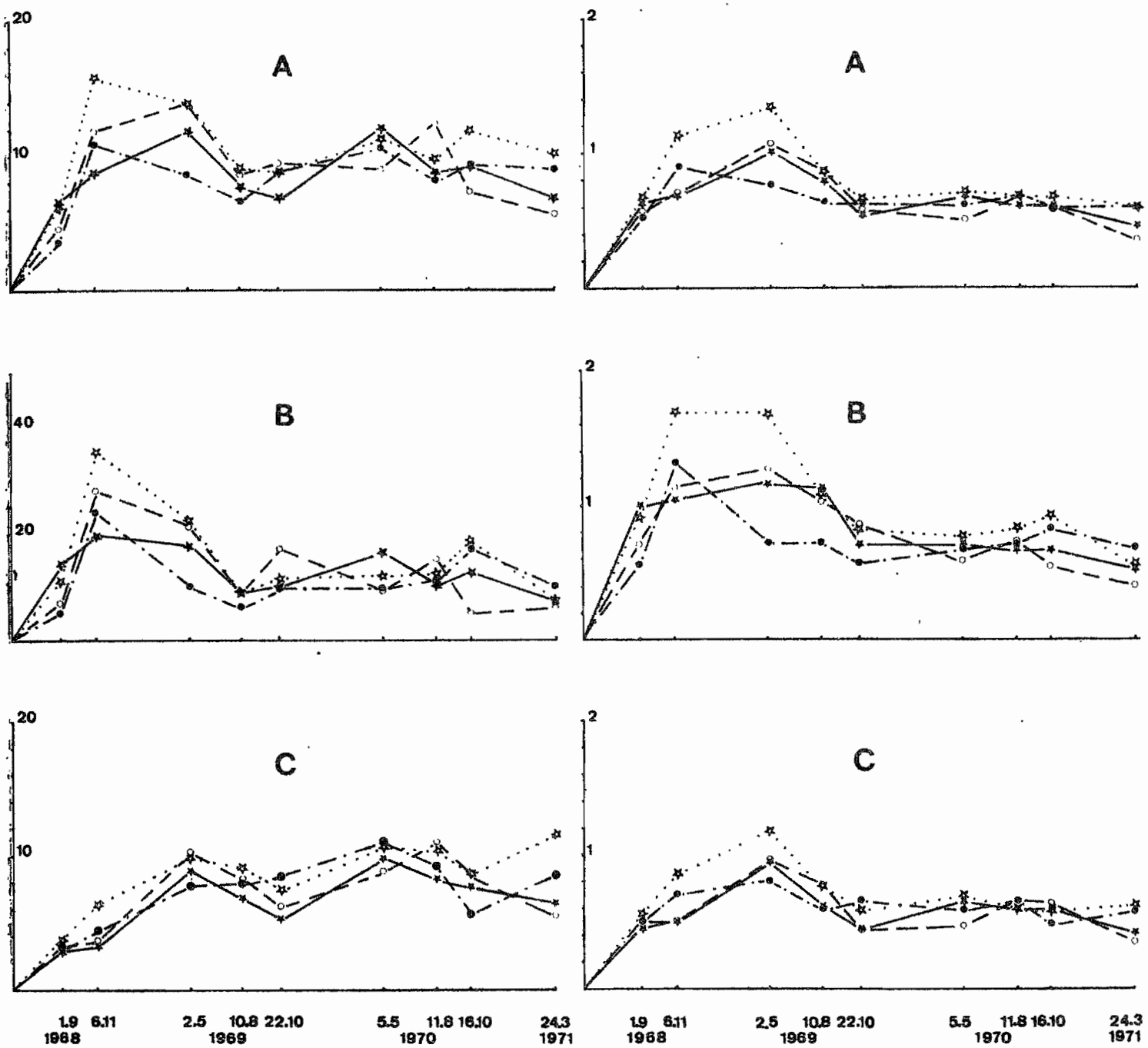
POIDS ET SURFACE DIAMETRALE DES RACINES EN FONCTION DU POIDS DE TERRE, SELON LE SITE DE PRELEVEMENT ET LE TRAITEMENT.

A : Valeur moyenne. B : Sous la touffe. C : Entre les touffes.

Figure 21 : CENTROSEMA PUBESCENS Horizon 0 - 10 cm.

Poids en mg pour 100g de terre.

Surfaces en cm^2 pour 100g de terre.



✱.....rythme de fauche lent, non fertilisé. ○- - -rythme de fauche normal, non fertilisé.

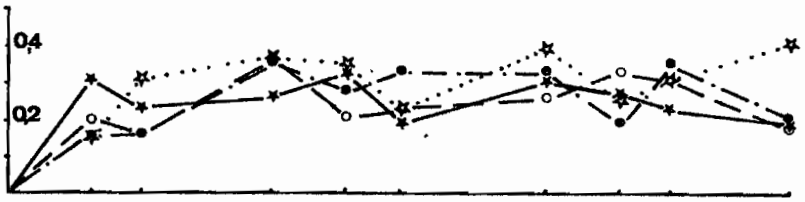
✱——rythme de fauche lent, fertilisé. ●—·—rythme de fauche normal, fertilisé.

POIDS ET SURFACE DIAMETRALE DES RACINES EN FONCTION DU POIDS DE TERRE, SELON LE SITE DE PRELEVEMENT ET LE TRAITEMENT.

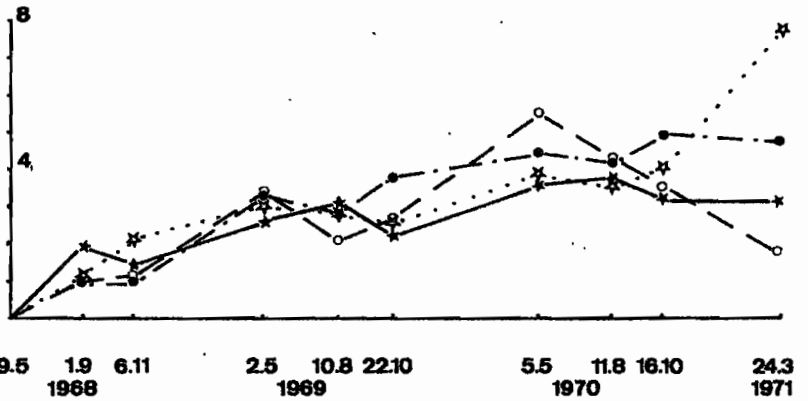
A : Valeur moyenne. B : Sous la touffe. C : Entre les touffes.

Figure 22 : CENTROSEMA PUBESCENS Horizon 10 - 25 cm.

Surface diamétrale en cm^2
pour 100g de terre.



Poids en mg
pour 100g de terre.



☆.... rythme de fauche lent, non fertilisé. ○---rythme de fauche normal, non fertilisé.
★—— rythme de fauche lent, fertilisé. ●—·-rythme de fauche normal, fertilisé.

POIDS ET SURFACE DIAMETRALE DES RACINES EN FONCTION DU POIDS DE TERRE, SELON LE TRAITEMENT.

Figure 23 : CENTROSEMA PUBESCENS Horizon 25 - 65 cm.

Les différences entre traitements se marquent essentiellement la 1ère année sous les touffes : l'apport d'engrais (P et K seulement) a favorisé le développement racinaire. Ceci est particulièrement net pour les périodes et les zones où de forts accroissements sont enregistrés : entre Mai et Septembre dans 0 - 10 cm, entre Septembre et Novembre dans 10 - 25 cm.

De même entre les touffes, l'apport d'engrais a favorisé le développement des racines entre Novembre 1968 et Mai 1969.

A partir d'Août 1969, les différences deviennent faibles.

34 - Centrosema pubescens.

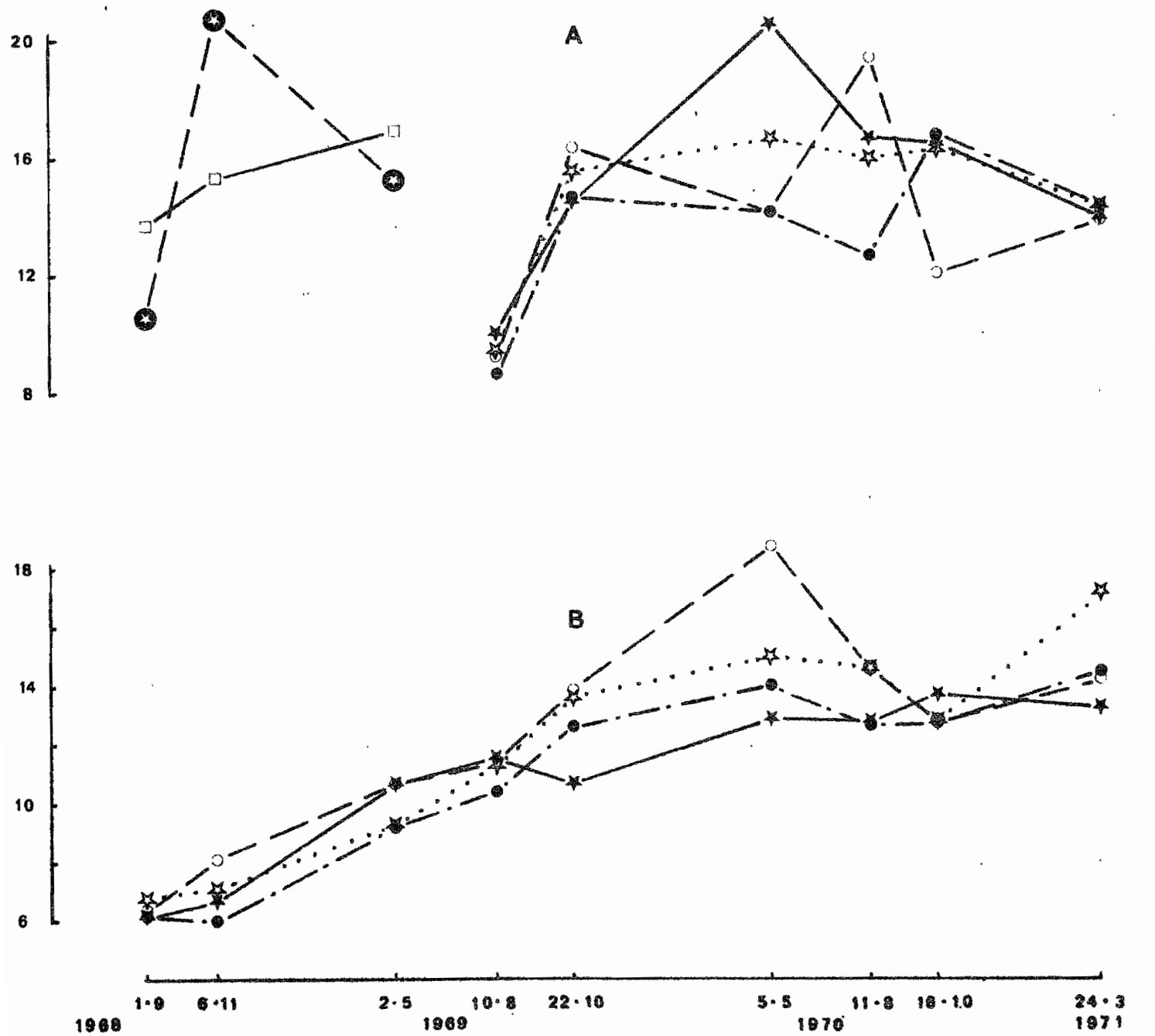
Le poids de matière P' des racines pivotantes augmente en 1ère année jusqu'à 2,75 mg pour 100 g de terre, en moyenne, en Mai 1969, soit environ 100 kg.ha^{-1} (fig. 19). Il varie peu en deuxième année puis rediminue pendant la saison des pluies de 1970. Le maximum, 3,25 mg pour 100 g de terre soit 120 kg.ha^{-1} est atteint en Mai 1970.

P' augmente régulièrement entre Octobre - Novembre et Mai, et, à partir de la 2e année, diminue en saison des pluies.

Les poids des racines fines, P, sont beaucoup plus forts (fig. 20). Les valeurs les plus élevées sont atteintes en Mai 1969. Elles varient, selon les traitements, entre 8,4 et 11,3 mg pour 100 g de terre soit 0,86 et 1,16 t.ha^{-1}. Elles diminuent ensuite jusqu'en Octobre 1969 puis, en moyenne, restent sensiblement constantes jusqu'en Mars 1971.

Les courbes d'évolution sur 0 - 65 cm reflètent bien celles dans l'horizon 0 - 10 cm (fig. 21). Par contre, dans l'horizon 10 - 25 cm, sous la touffe (fig. 22,B) la valeur de P la plus forte est obtenue en Novembre 1968. Dans 10 - 25 cm entre les touffes (fig. 22,C) et dans 25 - 65 cm (fig. 23), P augmente régulièrement, respectivement jusqu'en Mai 1969 et Mai 1970, puis reste ensuite sensiblement constant. Les gradients horizontaux sont importants dans 0 - 10 cm comme dans 10 - 25 cm la 1ère année, puis deviennent pratiquement nuls ensuite.

Les variations des surfaces diamétrales suivent celles des poids à une exception près : comme pour Stylosanthes guyanensis, entre Mai et Août 1969, sous la touffe, P diminue de façon marquée aussi bien dans 0 - 10 cm que dans 10 - 25 cm, alors que S diminue



rythme de fauche lent, non fertilisé. ○---rythme de fauche normal, non fertilisé

rythme de fauche lent, fertilisé. ●—·—rythme de fauche normal, fertilisé.

□—— moyenne des 4 traitements, horizon 0 - 10 cm.

⊛— —moyenne des 4 traitements, horizon 10 - 25 cm.

QUOTIENT RACINAIRE , SELON LES SITES ET HORIZONS DE PRELEVEMENT ET SELON LES TRAITEMENTS EN mg . cm^{-2}.

A : Horizons 0 - 10 cm et 10 - 25 cm, sous les touffes.

B : Horizons 0 - 65 cm, entre les touffes.

Figure 24 : CENTROSEMA PUBESCENS.

beaucoup moins. Ceci se traduit par une baisse importante de la valeur du quotient racinaire QR (fig. 24,A).

D'une façon générale, QR varie peu avec les traitements, sous la touffe, entre Mai 1968 et Mai 1969. Par contre, il varie différemment dans 0 - 10 et 10 - 25 cm : dans le 1er horizon, il augmente légèrement, de 13,7 à 16,9 $mg.cm^{-2}$. Dans 10 - 25 cm, il augmente très fortement de Mai à Septembre et rediminue ensuite pour revenir au même niveau que dans 0 - 10 cm. Il n'y a plus ensuite de différence marquée entre les 2 horizons.

Entre les touffes, QR augmente régulièrement de Mai 1968 à Mai 1970 puis se stabilise, entre 12 et 15, à des valeurs légèrement inférieures à celles trouvées sous la touffe.

Les variations saisonnières n'apparaissent pas nettement. On retrouve en 1ère année toujours la même évolution globale que pour Panicum maximum. Mais après la diminution marquée de P et de S en saison des pluies de 2e année, les variations enregistrées ne semblent plus liées au rythme des saisons.

De même, les effets des traitements sont peu marqués. Les traitements non fertilisés sont généralement ceux pour lesquels on trouve le plus de racines, sauf peut être en tout début d'essai (entre Mai et Septembre 1968).

4 - Discussion.

41 - Considérations générales.

Les évolutions constatées correspondent à la résultante de 2 phénomènes : d'une part, l'apparition de racines nouvelles, à la suite de laquelle le poids P et la surface diamétrale S des racines augmentent, d'autre part la mort et la décomposition, sous l'action de la faune et de la flore du sol, des racines âgées, à la suite desquelles P et S diminuent. Ainsi :

> Racines prélevées au temps t = Racines prélevées au temps (t - 1) + racines nouvellement émises - racines décomposées.

Enfin, les intervalles entre prélèvements étant relativement longs, il est possible que poids de matière sèche et surface diamétrale des racines aient atteint des valeurs plus élevées que celles enregistrées. Cependant, la décomposition des racines mortes est suffisamment longue à se faire pour que ce risque ne soit pas très important.

42 - Effets des traitements.

La faiblesse des amplitudes de variation entre traitements à un instant donné, (sauf exception de points qui apparaissent plutôt aberrants), est frappante. Seuls les traitements L.C. pour Panicum maximum et N.F. pour Cynodon aethiopicus, conduisent à des différences durables mais de relativement faible importance.

Les effets apparents des traitements sur des courtes périodes devront être comfirmés par l'analyse statistique.

Il n'existe malheureusement pas de renseignements sur les effets de traitements analogues sur plantes fourragères en zone tropicale humide. Dans ses résultats, BARNES (1960, 1961) prend en effet en compte non seulement les racines mais aussi les bases des chaumes, qui doivent représenter un poids non négligeable.

D'une façon générale, le rôle des apports d'engrais sur le développement des racines de plantes fourragères est encore mal connu (THROUGHTON, 1957).

En ce qui concerne l'azote, les effets sont de 2 ordres : sur la croissance des racines vivantes, sur la décomposition des racines mortes. Lorsqu'on augmente les apports d'azote, le poids

de racines développées augmente jusqu'à une dose limite au-delà de laquelle, si le poids des parties aériennes augmente toujours, le poids de racines diminue (WHITEHEAD, 1970). L'activité de la microfaune et de la microflore qui participent à la décomposition de la matière organique augmente avec les apports d'azote.

Les 2 rythmes de coupe prévus au protocole n'ont pu être appliqués réellement qu'aux graminées (fig. 1 et 2). Stylosanthes guyanensis se prête mal aux exploitations tardives (PICARD et al., 1973) ; et la vitesse de croissance de Centrosema pubescens est très lente.

Chez les graminées, plus le rythme de coupe s'accélère, plus la quantité de racines diminue. La raison généralement admise (TROUGHTON, 1957 ; BARNES, 1961) est la baisse des réserves en sucres de la plante. Mais à la suite de la fauche, les talles dont les apex se trouvent au-dessus du niveau de la coupe meurent (PICARD et al., 1973). Ceci peut accélérer la mort des racines attachées à ces talles. Or, en l'absence de fertilisation, la croissance des talles se trouve très ralentie, il n'y a plus montaison même pour des intervalles entre coupes très grandes.

Que les traitements appliqués puissent avoir des effets contraires et compensateurs peut être l'une des raisons de la faiblesse des amplitudes enregistrées.

Le traitement fertilisation a un effet durable, à partir de la deuxième année, sur le quotient racinaire QR, surtout pour les graminées. Or (B. BONZON, 1966)

$$QR = P.S^{-1} = \pi . Ps . Dm$$

où Ps = poids spécifique des racines

Dm = diamètre moyen de l'échantillon.

Si QR est inférieur sur les traitements fertilisés cela signifie donc, soit que le nombre de racines fines dans les échantillons est relativement plus important, soit que leur poids spécifique est plus faible. La 1ère hypothèse apparaît la plus vraisemblable d'autant que Mme.D. BLANC (1958) a obtenu des résultats comparables en solution nutritive.

43 - Gradients observés.

Chez les graminées, les quantités de racines, exprimées soit en terme de masse, soit en terme de surface diminuent très rapidement avec la profondeur.

Chez les légumineuses, à 3 mois, le gradient sous la plante entre 0 - 10 et 10 - 25 cm est inversé.

Ceci montre que, pour les graminées, l'enracinement se développe à partir d'un point, matérialisé par le plateau de tallage, tandis que chez les légumineuses, dans un premier stade, l'enracinement se fait à partir d'un axe, matérialisé par le pivot, et s'approfondit avec le temps. BRAY, HACKETT et BYTH (1969) font la même remarque en comparant luzerne et Setaria anceps.

Dans un 2e stade, l'enracinement n'apparaît plus lié seulement au pivot mais aussi, et peut être principalement, aux tiges rampantes. En effet, après la période comprise entre le 2 Mai et le 10 Août 1969, pendant laquelle, sous la touffe, P et QR chutent très fortement, ce qui traduit un changement d'état important du système racinaire, les quantités de racines diminuent avec la profondeur et les gradients horizontaux dans 0 - 10 comme dans 10 - 25 cm disparaissent.

CHANDAPILLAI (1968) note lui-aussi une régression de l'enracinement de Stylosanthes guyanensis, Pueraria, Phaseoloides et Centrosema pubescens en fin de 1ère année, qu'il attribue à ses méthodes d'investigation.

Enfin, il apparaît nettement que les gradients horizontaux sont beaucoup plus accentués lorsque les quantités de racines sont exprimées en poids que lorsqu'elles sont exprimées en surface. De même les valeurs de QR sont beaucoup plus élevées sous les touffes qu'entre les touffes, ce qui montre que le pourcentage de racines primaires qu'on trouve dans les échantillons est beaucoup plus élevé sous la touffe qu'entre les touffes et que la surface d'adsorption potentielle est repartie de façon homogène dans l'ensemble de l'horizon.

44 - Evolution de la biomasse.

Les tonnages obtenus à l'ha sont en bonne concordance avec les résultats obtenus par d'autres auteurs en zone tropicale.

VILLARES, BECKER et TURDISI (1953), pour Panicum maximum dans l'état de Sao Paulo au Brésil donnent entre 2,37 et 3,30 $t.ha^{-1}$ (moy. : 2,99 $t.ha^{-1}$) pour des profondeurs variant entre 2 et 4 m. Ils considèrent ces valeurs comme faibles par rapport à celles qu'on peut obtenir avec d'autres graminées ou légumineuses (sans donner de chiffres).

Landelout et Germain (1954) donnent, à Yangambi (Zaïre) :

- pour une jachère à Panicum maximum de 4 ans : entre 1,1 et 1,9 $t.ha^{-1}$
- pour une jachère à Stylosanthes guyanensis de 2 ans, 1,7 $t.ha^{-1}$
- pour une jachère à Centrosema pubescens de 2 ans : 1,0 $t.ha^{-1}$.

Ces valeurs apparaissent faibles en comparaison de celles qu'ils donnent pour d'autres graminées.

Nye (1958) indique, toujours pour une jachère à Panicum maximum, au Ghana, 1,90 $t.ha^{-1}$ à 1 an, 2,36 $t.ha^{-1}$ à 2 ans, 3,92 $t.ha^{-1}$ à 3 ans.

Bartholomew, Meyer et Landelout (1953) donnent cependant pour Panicum maximum et Cynodon plectostachyon(1), des valeurs beaucoup plus fortes, pour des jachères de 3 ans, 9,88 $t.ha^{-1}$ sous Panicum, 12,09 $t.ha^{-1}$ sous Cynodon.

---

(1) Jusqu'aux récentes mises au point de Harlan (1970) et Harlan et al. (1970), une certaine imprécision semble avoir régné sur les noms attribués aux espèces de Cynodon exploitées en Afrique. Bartholomew, Meyer et Landelout (1953) hésitent entre C. dactylon et C. plectostachyon. Celui étudié par nous en Côte d'Ivoire a été appelé C. plectostachyon jusqu'en 1971, date à laquelle le Pr. Harlan nous a conseillé de le faire redéterminer. Le Dr Clayton, à Kew, l'a alors identifié à C. aethiopicus. Il semble qu'il y ait, en fait, peu de différences entre C. aethiopicus, C. nlemfuensis et C. plectostachyus du point de vue des enracinements et que les valeurs trouvées dans la littérature pour les 3 espèces peuvent être utilisées à titre comparatif.

Les travaux de Taerum (1970, a et b) portent sur des plantes isolées, à grands écartements, Chandapillai (1968) rapporte ses valeurs à la plante sans donner la densité du couvert. Leurs résultats, comme ceux de Barnes (1960 - 1961) ne peuvent être utilisés à titre comparatif.

Les valeurs données par Landelout et Germain pour Stylosanthes sont relativement fortes par rapport à celles données pour Panicum alors qu'à âge égal nous avons toujours trouvé, globalement, plus de racines sous graminées que sous légumineuses, même en ajoutant les poids des pivots à ceux des racines fines. L'explication vient peut être de ce que les âges de jachère de Landelout et Germain ne sont pas les mêmes.

Les variations que nous constatons, d'une année à l'autre, sont aussi différentes de celles obtenues par Nye sur Panicum. A Bouaké, il n'y a que pour Cynodon que les quantités de racines dépassent en 3e année celles obtenues en 1ère année. Cette différence entre Panicum et Cynodon peut s'expliquer par la différence de port entre les deux espèces.

Les fluctuations saisonnières signalées essentiellement pour Panicum et qu'on retrouve pour Cynodon en 2e et 3e année dans certains cas, pour Stylosanthes et Centrosema la 1ère année, suivent les variations de pluviométrie et d'E T P avec un certain décalage. Les fortes diminutions de poids de racines en 2e année, ou les moindres augmentations en 1ère et 3e année correspondent à la période de la saison des pluies où l'E T P réaugmente, entre Août et Novembre. Pendant la période où l'E T P diminue (de Mai à Août) par contre, les augmentations de poids restent, relativement, fortes, comme entre Mars et Mai, où les conditions sont les plus favorables à la croissance des plantes, ce que reflète les valeurs obtenues en début Mai (ou fin Mars 1971) sauf pour Stylosanthes. Ce décalage s'explique par le fait qu'il doit s'écouler un certain temps entre le moment où le développement des racines se ralentit, du fait de conditions de milieu moins favorables, et le moment où la décomposition des racines mortes est suffisamment importante pour que la masse racinaire observée aît diminué.

Comportement de Stylosanthes, à partir de la 2e année, est différent de celui des autres plantes entre Novembre et Mai (Mars). Le poids des pivots n'augmente pas, celui des racines fines diminue fortement. Dans le cas des pivots, il est très vraisemblable

que leur volume n'a pas changé. Ceci implique que la chute de poids correspond à une baisse de poids spécifique. Dans celui des racines fines, S diminue comme P, mais on n'enregistre de baisse analogue ni dans ce cas de Centrosema ni dans celui des graminées. Or Stylosanthes est réputé bien résister à la saison sèche et rester vert pendant toute sa durée. La baisson pourrait en être une remobilisation des réserves accumulées dans les racines et plus particulièrement le pivot, aux profits des parties aériennes. Fulkerson (1970) a mis en évidence de fortes variations de poids spécifique de pivots de luzerne en hiver, traduisant le phénomène pour cette plante.

Les évolutions du poids de matière sèche des racines de 3 des espèces autorise à penser qu'on n'aurait pas atteint de valeurs plus élevées si l'expérience avait été poursuivie plus longtemps, alors qu'un doute subsiste pour Cynodon. Les valeurs ainsi obtenues sont relativement faibles par rapport à celles trouvées par ailleurs pour d'autres espèces tropicales ou sous les prairies de la zone tempérée.

En zone tropicale, Landelout et Germain (1954) donnent 10,3 t.ha^{-1} pour Brachiaria brizantha, 11,2 t.ha^{-1} pour Cynodon dactylon et 13,2 t.ha^{-1} pour Paspalum notatum, Sinha et Chattertee (1968) entre 6,0 et 7,5 t/ha^{-1} pour Brachiaria brizantha. Daudet et Lespinat (1968), utilisant nos méthodes, trouvent 8,57 t.ha^{-1} pour Paspalum notatum à Adiopodoumé (Côte d'Ivoire). Les espèces citées sont toutes de taille relativement plus courtes que Panicum et Cynodon aethiopicus et forment un couvert souvent totalement fermé.

En zone tempérée, les valeurs disponibles sont plus nombreuses. Troughton (1957) donne des valeurs très variables mais généralement beaucoup plus élevées, pour des prairies à partir de 3 à 4 années d'âge, que celles obtenues à Bouaké. Garwood (1965) donne, pour des prairies graminéennes, 3 t à 6 mois, 7 à 11 t entre 3 et 4 ans, en comptant tous les débris organiques divers mêlés aux racines ; Hédin (1972) donne 9,0 t.ha^{-1} (min. : 3,1 ; max. : 15,3 t.ha^{-1}) pour une prairie âgée plurispécifique et, pour 4 espèces différentes en culture pure, de 2,6 à 4,0 t.ha^{-1} à 6 mois, de 7,7 à 14,6 t.ha^{-1} à 2 ans. Buxton et Wedin (1970) indiquent, pour des luzernes de 5 mois, entre 0,3 et 1,0 t.ha^{-1} ; pour des luzernes de 18 mois, entre 1,9 et 2,6 t.ha^{-1} selon le mode d'implantation. Pour des lotiers ils trouvent de 0,05 à 0,4 t.ha^{-1} à 5 mois et de 0,4 à 0,8 t.ha^{-1} à 18 mois.

Si les différences enregistrées entre les résultats de Bouaké et ceux d'autres auteurs pour les mêmes espèces, le plus souvent faibles, s'expliquent vraisemblablement par des différences de conditions de milieu, celles notées aussi bien par rapport aux graminées tropicales de taille courte que par rapport aux prairies de zone tempérée sont vraisemblablement dues (surtout pour les graminées où les écarts sont très grands, à deux causes.

D'abord, les plantes étudiées, susceptibles d'une grande extension, occupent mal le sol. Chez les graminées, au niveau du plateau de tallage, le taux de couverture du sol excède rarement 25 % (Picard et al., 1973). Ceci est confirmé, même dans le cas de Cynodon, par les gradients horizontaux importants que l'on trouve dans 0 - 10 cm.

Ensuite, très vraisemblablement, le phénomène de décomposition des racines mortes intervient de façon beaucoup plus intense qu'en zone tempérée. En effet, les valeurs trouvées à Bouaké au bout d'un an sont très comparables à celles trouvées en zone tempérée au même âge.

5 - Premières conclusions.

Les quantités de racines trouvées sous des prairies monospécifiques de Panicum maximum, Cynodon aethiopicus, Stylosanthes guyanensis et Centrosema pubescens à Bouaké varient entre 1,6 et 3 $t.ha^{-1}$ selon les années et les traitements chez les graminées, entre 0,35 et 1,16 $t.ha^{-1}$ pour les racines fines et entre 0,10 et 0,43 $t.ha^{-1}$ pour les pivots chez les légumineuses.

Les variations entre traitements sont relativement faibles. Le maximum de racines est obtenu, pour Panicum maximum pour le traitement fauché 3 fois par an non fertilisé, les 3 autres traitements étant comparables. Pour Cynodon aethiopicus, les quantités de racines les plus faibles sont trouvées pour le traitement fauché régulièrement et fertilisé, les 3 autres traitements étant semblables. Pour les légumineuses, les variations entre traitements sont encore moins marquées.

L'étude des gradients et du quotient racinaire montrent que le développement des racines se fait, pour les graminées, à partir d'un point (le plateau de tallage), pour les légumineuses, la 1ère année, à partir d'un axe (le pivot). Les 2e et 3e années, l'enracinement des légumineuses apparaît, pour une part, lié aux tiges rampantes qui s'enracinent. La surface d'absorption théorique des racines apparaît mieux répartie dans le profil que leur masse.

Les biomasses trouvées apparaissent relativement peu importantes. Ceci est vraisemblablement dû à la faible densité des plantes d'une part, à ce que la longévité des racines doit être courte, la décomposition de celles qui sont mortes rapide d'autre part.

Mais les biomasses observées ne renseignent pas complètement sur le turn - over des racines et donc sur la masse réelle de matière organique apportée sur sol par les racines. Ce turn - over devra être estimé par le calcul, par exemple par comparaison entre développement des parties aériennes et développement racinaire.

B I B L I O G R A P H I E

ANONYME, 1967 - Etude des interactions sol - plante dans le cas des plantes fourragères et de couverture. Protocoles expérimentaux des essais implantés sur les stations d'Adiopodoumé, Bouaké et Gagnoa.
ORSTOM, multigr., 51 p.

ANONYME, 1968 - Etude des interactions sol - plante dans le cas des plantes fourragères et de couverture. Addendum n° 1 au protocole de 1967.
ORSTOM, multigr., 14 p.

ANONYME, 1969 - Etude des interactions sol - plante dans le cas des plantes fourragères et de couverture. Addendum n° 2 auxprotocoles de 1967.
ORSTOM, multigr., 8 p.

BARNES (D.L.), 1960 - Growth and management studies on Sabi Panicum and Star grass.
Rhod. Agric. J. 57 (5) : 399 - 411 et 451 - 57.

BARNES (D.L.), 1961 - Residual effects of cutting frequency and fertilising with nitrogen on root and shoot growth, and the available carbohydrate and nitrogen content of the roots of Sabi Panicum.
Rhod. Agric. I., 58 (6) : 365 - 69.

BARTHOLOMEW (W.V.), MEYER (J.), LAUDELOUT (H.), 1953 - Mineral nutrient immobilization under forest and grass fallows in the Yangambi (Belgian Congo) region.
Publ. I N E A C, Ser. Sci. n° 57, 27 p.

Mme BLANC (Denise), 1958 - Influence de la nutrition azotée sur les propriétés d'échange des racines.
C.R. Acad. Sci., 246 : 2035 - 37.

BONZON (B.), 1966 - Etude méthodologique du système radicellaire d'Ananas Comosus (L.) Merr., variété Cayenne lisse
D.E.S. Univ. Paris, 137 p.

BONZON (B.), PICARD (D.), 1969 - Matériel et méthodes mis en oeuvre sur le Centre ORSTOM d'Adiopodoumé pour l'étude de la croissance et du développement en pleine terre des systèmes racinaires.
Cah. ORSTOM, Ser. Biol., 9 : 3 - 18.

BRAY (R.A.), HACKER (J.B.), BYTH (D.E.), 1969 - Root mapping of three tropical pasture species using 32 p.
Anal. J. Exp. Agric. An. Husb. 9 (39) : 445 - 48.

BUI - HUN - TRI, 1968 - Dynamique de la granulation sous prairie.
Ann. Agron., 19 (4) : 415 - 39.

BUXTON (D.R.), WEDIN (W.F.), 1970 - Establishment of perennial forages. II. Subsequent root development.
Agron. J., 62 (1) : 97 - 100.

CHANDAPILLAI (M.M.), 1968 - Studies on the root systems of some cover plants.
J. Rubb. Res. Inst. Malaya, 20 : 117 - 29.

CHARREAU (C.), NICOU (R.), 1971 - L'amélioration du profil cultural dans les sols sableux et sablo-argileux de la zone tropicale sèche Ouest-Africaine et ses incidences agronomiques.
Agron. Trop., 26 : 209 - 55 ; 565 - 631 ; 903 - 78 ; 1183 - 1247.

DAUDET (F.A.), LESPINAT (P.A.), 1969 - Etude avec un humidimètre à neutrons du bilan hydrique naturel d'une culture.
Agron. Trop., 24 (12) : 1157 - 68.

FULKERSON (R.S.), 1970 - Location and fall harvest effects in Ontario on food reserve storage in alfalfa (Medicago Sativa L.)
In : Proc. XI Int. Grassld Cong., Paradise, 13 - 23 Avril 1970 : 555 - 59.

GARWOOD (G.A.), 1965 - Some factors which influence the root grawth of herbage species.
Thesis, Univ. Reading, 156 p.

HARLAN (J.R.), 1970 - Cynodon species and their value for grazing and hay.
Herb. Abs., 40 (3) : 233 - 38.

HARLAN (J.R.), de WET (J.M.J.), RAWAL (K.M.), 1970 - Geographic distribution of the species of Cynodon L.C. Rich (Gramineae).
E. Af. Agric. For. J., 36 (2) : 220 - 26.

HEDIN (L.), 1972 - Influence des racines sur la teneur de la matière organique du sol.
Fourrages, 50 : 83 - 96.

LANDBLOUT (H.), GERMAIN (R.), 1954 - Premiers résultats sur la dynamique chimique des jachères herbacées et des pâturages à Yangambi.
Ve Cong. Int. Sci. Sol, Léopoldville, II. 10 : 312 - 21.

LANDBLOUT (H.), 1962 - Dynamique des sols tropicaux et les différents systèmes de jachère.
F A.O, Rome, 126 p.

MONNIER (G.), 1965 - Action des matières organiques sur la stabilité structurale des sols.
Thèse, Univ. Paris, 140 p.

NYE (P.H.), 1958 - The relative importance of fallow and soils in storing plant nutrients in Ghana.
J.W. Af. Sci. Assoc., 4 : 31 - 49.

NYE (P.H.), GREENLAND (D.J.), 1960 - The soil under shifting cultivation.
Tech. Common. Bur. Soil Sci. Bull. 51, 156 p.

PICARD (D.), 1969 - Comparaison de deux techniques de prélèvement d'échantillons de racines.
Cah. ORSTOM, Sér. Biol., 9 : 19 - 32.

PICARD (D.), FILLONNEAU (C.), BONZON (B.), HAINNAUX (G.), SICOT (M.), TALINEAU (J. C.), 1973 - Comportement de quelques plantes fourragères en Côte d'Ivoire, en fonction de différents modes d'exploitation.
Cah. ORSTOM, sér. Biol., 19 : 3 - 14.

SINHA (D.P.), CHATTERGEE (B.N.), 1968 - Soil moisture status and root contents of grasses at different soil depths.
J. Soil Water Conserv. India, 16 (1 - 2) : 28 - 32.

TABRUM (R.), 1970 a - Comparative shoot and root growth studies on six grasses in Kenya.
E. Af. Agric. For. J., 36 (1) : 94 - 113.

TABRUM (R.), 1970 b - A study of root and shoot growth on three grass species in Kenya.
E. Af. Agric. For. J., 36 (2) : 155 - 70.

THROUGHTON (A.), 1957 - The underground organs of herbage grasses.
Comm. Bur. Past. Field Crops Bull. 44 : 163 p.

VILLARES (J. B.), TUNDISI (A.), BECKER (M.), 1953 - Contribuçao para o estudo dos pastagens de capim coloniao, Panicum maximum, Jacq., na produçao dos bovinos de corte em regioes tropicais do estado de Sao Paulo. I. Caracteristicas do sistema subterraneo do gramineo em varios tipos de Solos.
Bol. Industr. Anim., 13 : 3 - 23.

WHITEHEAD (D. C.), 1970 - The role of nitrogen in grassland productivity.
C.A.B., Bull. n° 48, 202 p.